

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

**«Periodismo científico:
la astronomía en titulares de prensa»**

**Autor: Carmen del Puerto Varela
Director: Dr. D. Francisco Sánchez Martínez
Dr. D. Alfonso Nieto Tamargo**

Departamento de Ciencias de la Información

INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS

1999



El cometa Halley.

Imagen tomada el 18 de marzo de 1986, cinco días después del histórico encuentro con la sonda *Giotto*,
y en la que se pueden ver las dos colas del cometa.
Obtenida con un teleobjetivo de 20 cm sobre el Telescopio Mons, en el Observatorio del Teide (Tenerife).
© Mercedes Prieto y Mark Kidger (IAC).

ÍNDICE

RESUMEN/SUMMARY	11
INTRODUCCIÓN	13
- Planteamientos e hipótesis iniciales.	
- Estructura del trabajo.	
PRIMERA PARTE: Una tesis multidisciplinar	23
1. EL SABER Y LA COMPLEJIDAD	25
1.1. La síntesis filosófica. 1.1.1. El concepto unitario de los griegos. La división aristotélica. La ruptura sofista. La Biblioteca de Alejandría. 1.1.2. El <i>trivium</i> y el <i>quadrivium</i> . 1.1.3. Las <i>Etimologías</i> de San Isidoro.	
1.2. La síntesis teológica. 1.2.1. El <i>Árbol de las Ciencias</i> .	
1.3. La síntesis científica. 1.3.1. La primera revolución científica. 1.3.2. La respuesta ideológica. La <i>sistemática</i> de Bacon. La <i>razón</i> de Descartes. 1.3.3. El espíritu de la <i>Enciclopedia</i> . El <i>positivismo</i> de Comte. 1.3.4. Otras clasificaciones de las ciencias.	
1.4. La nueva síntesis. 1.4.1. La segunda revolución científica. 1.4.2. La nueva filosofía de la ciencia. El <i>contexto intelectual</i> de Koyré. La <i>falsación</i> de Popper. Los <i>paradigmas</i> de Kuhn. El <i>anarquismo</i> de Feyerabend. 1.4.3. La <i>entropía</i> y los ciclos del conocimiento. 1.4.4. La espiral de la incomunicación.	
2. LA CULTURA CIENTÍFICA Y SU DIVULGACIÓN	49
2.1. En busca de una definición de <i>cultura</i> . 2.1.1. La cultura y su etimología. 2.1.2. La cultura moderna. 2.1.3. <i>Las dos culturas</i> . La flecha del tiempo. 2.1.4. <i>La tercera cultura</i> . Otra revuelta <i>orwelliana</i> .	
2.2. La <i>ciencia</i> y su difusión cultural. 2.2.1. La ciencia y su etimología. 2.2.2. La democratización del saber. 2.2.3. Los frenos a la divulgación científica. La irracionalidad pitagórica. Los prejuicios ciencia-sociedad. <i>Los muchos rostros de la ciencia</i> . La indiferencia científica de la sociedad española. I+D e Innovación en España. 2.2.4. Las variantes de la divulgación. 2.2.5. Recursos para la divulgación. Los museos interactivos. Turismo científico. La ciencia ficción. Manifestaciones artísticas. Los medios de comunicación. El curriculum de los investigadores. Plan Nacional de Divulgación. Otras iniciativas. Estrategias para el futuro.	
3. DE LA COMUNICACIÓN CIENTÍFICA PÚBLICA A LA INFORMACIÓN PERIODÍSTICA ESPECIALIZADA	83
3.1. <i>Comunicación e información</i> .	
3.2. <i>Comunicación científica</i> . 3.2.1. Modelo de <i>comunicación científica</i> . Teoría General de Sistemas. Los niveles de comunicación en la ciencia. Los niveles de comunicación en la sociedad.	
3.3. <i>Comunicación científica pública</i> .	
3.4. <i>Información científica</i> .	
3.5. <i>Información periodística</i> .	
3.6. <i>Información periodística especializada</i> . 3.6.1. La especialización periodística en España. 3.6.2. Nueva estructura de la información. 3.6.3. Disciplina académica. Relación con otras materias. 3.6.4. La función del periodista especializado. 3.6.5. Los límites de la especialización. 3.6.6. Periodismo especializado en Canarias.	
3.7. La <i>agenda-setting</i> y el <i>gate-keeper</i> . 3.8.1. <i>La agenda pública</i> . 3.8.2. <i>El guardián de la puerta</i> .	
3.8. Los gabinetes de comunicación. 3.8.1. Gabinetes y medios.	

4. EL PERIODISMO CIENTÍFICO.....107

- 4.1. ¿Qué es el *periodismo científico*? 4.1.1. Una expresión anfíbola.
- 4.2. ¿Cuáles son sus funciones? 4.2.1. Información, interpretación y control.
- 4.3. ¿Cuáles son sus principales problemas? 4.3.1. El incremento y la complejidad de las disciplinas científicas. 4.3.2. El exceso de información. 4.3.3. La aceleración histórica y la inadaptación al cambio. 4.3.4. Las dosis de información y divulgación. 4.3.5. El sensacionalismo y la responsabilidad de los medios. Falta de actualidad y de regularidad en el seguimiento. 4.3.6. Periodistas versus científicos. 4.3.7. La falta de formación y la distorsión de las informaciones. 4.3.8. La jerga científica. El *teorema de las Mil y una Noches*. El *corolario de las Muñecas Rusas*. 4.3.9. Los géneros periodísticos. La noticia. La crónica. El reportaje. La entrevista. El artículo. El ensayo. El infográfico. La crítica y la reseña. 4.3.10. El complejo de superioridad.
- 4.4. ¿Cuáles son las fuentes del periodista científico? 4.4.1. Las revistas de referencia y sus *press releases*. El *reportaje científico remoto*. 4.4.2. La manipulación informativa y la vulnerabilidad del periodista. *Hielo oculto en la Luna*.
- 4.5. ¿Cómo ha sido la evolución de esta especialidad? 4.5.1. Los suplementos científicos. 4.5.2. Otros medios de comunicación. 4.5.3. Asociaciones, congresos y cursos universitarios. Periodismo científico en Canarias.
- 4.6. Reflexión final sobre el presente y el futuro del periodismo científico.

5. LA ASTRONOMÍA Y SU REPERCUSIÓN EN LA SOCIEDAD.....151

- 5.1. ¿Por qué nos atrae el cielo?
- 5.2. La astronomía y la astrología.
- 5.3. La astronomía y la astrofísica. 5.3.1. Una alianza científica.
- 5.4. La astronomía en España.
- 5.5. La astronomía en Canarias. 5.5.1. Antecedentes históricos.
- 5.6. El Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). 5.6.1. La historia del IAC. La década de los sesenta. La década de los setenta. La década de los ochenta. La década de los noventa. 5.6.2. La difusión cultural como fin. 5.6.3. La revista *IAC Noticias*. 5.6.4. Los Observatorios del IAC y el turismo científico. 5.6.5. Premios a la difusión cultural.
- 5.7. El Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife. 5.7.1. Actividades de divulgación.
- 5.8. Aplicaciones de la astronomía y las ciencias espaciales. 5.8.1. El escáner y otras aplicaciones médicas. El Oftacrom y la detección de la diabetes. Diagnóstico inmediato del glaucoma. Espacio acústico virtual para ciegos. Investigaciones neurobiológicas. 5.8.2. De las gafas a la vitrocerámica. El pyrex y el duralex. 5.8.3. Cartografía y otros usos. 5.8.4. Los satélites artificiales. Telecomunicaciones, navegación y estudio de la Tierra. Los fines militares. 5.8.5. La tecnología de la NASA. 5.8.6. La telemedicina. 5.8.7. Los deportes de aventura. 5.8.8. Funeraria y turismo espaciales.
- 5.9. Parámetros para medir el interés social por la astronomía.
- 5.10. La astronomía en otros contextos. 5.10.1. En el ámbito socioeconómico. 5.10.2. En la literatura. 5.10.3. En la publicidad. 5.10.4. En la música. 5.10.5. En el cine. 5.10.6. En la televisión. 5.10.7. En el deporte. 5.10.8. En el arte. 5.10.9. Otros usos.

6. LA INTERACCIÓN ENTRE LENGUAJES.....209

- 6.1. El lenguaje especializado y la dimensión comunicativa.
- 6.2. El lenguaje científico. 6.2.1. La terminología científica. Metas del discurso científico. Léxico y *tecnicismos*. 6.2.2. La formación de *neologismos* en ciencia y tecnología. Formación con recursos de la misma lengua. Formación con préstamos. 6.2.3. El inglés como idioma científico. 6.2.4. La terminología científica en español. Proceso de adaptación. 6.2.5. Competencias en terminología y normalización. Organismos internacionales. AENOR y las Normas ISO. La Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. El Grupo *TermEsp*. Otras instituciones.

- 6.3. El lenguaje de la astronomía. 6.3.1. *Terminología y nomenclatura*. 6.3.2. El léxico astronómico. 6.3.3. La metaforización. 6.3.4. Falta de normalización en español. Comisión de terminología de la SEA. 6.3.5. Diccionarios y glosarios astronómicos. El *Oxford English Dictionary*.
- 6.4. El lenguaje periodístico. 6.4.1. El arte de la Retórica. 6.4.2. Claridad, concisión y corrección. El estilo nominal y la voz pasiva. 6.4.3. Periodismo científico y contaminación lingüística. La transcodificación del mensaje científico. 6.4.4. El lenguaje de la divulgación. Transposiciones didácticas. Los titulares. La estructura del texto. La sintaxis. El léxico. La comprensión del lector. Grado de especialización e índice de legibilidad. Los niveles de especialización. 6.4.5. Idioma y medios de comunicación. Peligro en el ciberespacio.
- 6.5. La metáfora en la divulgación científica. 6.5.1. Metáforas en astronomía. Del globo con hormigas al bizcocho con pasas. Espuma y pompas de jabón. La sopa de quarks. Los árboles y el bosque. Millones de años luz. Los telescopios como máquinas del tiempo. Piel de cebolla. Los sumideros del tiempo. Parto estelar. El *Cometazo*. Experiencias contrarias al sentido común. Otras metáforas y analogías.

SEGUNDA PARTE: Historia de la nomenclatura astronómica.....271

- Fuentes consultadas.
- La lengua, vehículo de transmisión.

1. PERÍODO ANTIGUO (antes del año 500).....283

- 1.1. La astronomía y la mitología clásica. 1.1.1. Constelaciones, asterismos y catasterismos
- 1.2. Los primeros catálogos de estrellas. 1.2.1. Hiparco y la precesión de los equinoccios. 1.2.2. Ptolomeo y sus 48 constelaciones
- 1.3. Las constelaciones zodiacales. 1.3.1. *Aries / Arietis / Ari / Carnero*. El Vello de Oro. 1.3.2. *Taurus / Tauri / Tau / Toro*. El rapto de Europa y el mito del Minotauro. El cúmulo de las *Pléyades*. El cúmulo de las *Híades*. 1.3.3. *Gemini / Geminorum / Gem / Gemelos*. El amor fraternal de Cástor y Pólux. 1.3.4. *Cancer / Cancri / Cnc / Cangrejo*. El segundo trabajo de Heracles. 1.3.5. *Leo / Leonis / Leo / León*. El león de Nemea. 1.3.6. *Virgo / Virginis / Vir / Virgen*. El rapto de Perséfone. Las cuatro épocas de la Humanidad. 1.3.7. *Libra / Librae / Lib / Balanza*. El equilibrio entre el día y la noche. 1.3.8. *Scorpius / Scorpii / Sco / Escorpión*. La venganza de Artemis. 1.3.9. *Sagittarius / Sagittarii / Sgr / Sagitario o Arquero*. El centauro Quirón. 1.3.10. *Capricornus / Capricorni / Cap / Capricornio*. La nodriza de Zeus. 1.3.11. *Aquarius / Aquarii / Aqr / Acuario o Aguador*. El mito griego del Diluvio universal. Ganimedes, el más bello de los mortales. 1.3.12. *Pisces / Piscium / Psc / Peces*. La venganza de Rhea. 1.3.13. *Ophiuchus / Ophiuchi / Oph / Ofiuco*. Los poderes curativos de Asclepio.
- 1.4. Las constelaciones no zodiacales. 1.4.1. Las constelaciones del Hemisferio Norte. *Andromeda / Andromedae / And / Andrómeda*. *Aquila / Aquilae / Aql / Águila*. *Auriga / Aurigae / Aur / Cochero o Auriga*. *Bootes / Bootis / Boo / Boyero*. *Cassiopei / Cassiopeiae / Cas / Casiopea*. *Cepheus / Cephei / Cep / Cefeo*. *Corona Borealis / Coronae Borealis / CrB / Corona Boreal*. *Cygnus / Cygni / Cyg / Cisne*. *Delphinus / Delphini / Del / Delfín*. *Draco / Draconis / Dra / Dragón*. *Equuleus / Equulei / Equ / Caballito o Caballo Menor*. *Hercules / Herculis / Her / Hércules*. *Lyra / Lyrae / Lyr / Lira*. *Pegasus / Pegasi / Peg / Pegaso*. *Perseus / Persei / Per / Perseo*. *Sagitta / Sagittae / Sge / Flecha*. *Serpens / Serpentis / Ser / Serpiente*. *Triangulum / Triangulii / Tri / Triángulo*. *Ursa Major / Ursae Majoris / UMa / Osa Mayor*. *Ursa Minor / Ursae Minoris / UMi / Osa Menor*. 1.4.2. Las constelaciones del Hemisferio Sur. *Ara / Arae / Ari / Altar*. *Argo Navis / Nave Argo*. *Canis Major / Canis Majoris / CMA / Can Mayor*. *Canis Minor / Canis Minoris / CMi / Can Menor*. *Carina / Carinae / Car / Quilla*. *Centaurus / Centauri / Cen / Centauro*. *Cetus / Ceti / Cet / Ballena*. *Corona Australis / Coronae Australis / CrA / Corona Austral*. *Corvus / Corvi / Crv / Cuervo*. *Crater / Crateris / Crt / Copa*. *Eridanus / Eridani / Eri / Eridano o Río*. *Hydra / Hydrae / Hya / Hidra o Serpiente de Agua Hembra*. *Lepus / Leporis / Lep / Liebre*. *Lupus / Lupi / Lup / Lobo*. *Orion / Orionis / Ori / Orión o Cazador*. *Piscis Australis / Piscis Australis / PsA / Pez Austral*. *Puppis / Puppis / Pup / Popa*. *Vela / Velorum / Vel / Velas*.
- 1.5. Otra nomenclatura astronómica antigua. 1.5.1. *Cosmos versus Universo*. 1.5.2. *Galaxia versus Vía Láctea*. De la *Calle de Invierno* al *Camino de la Paja*. Diferencias científicas. 1.5.3. Los días de la semana. 1.5.4. Los meses del año. Problemas de calendario. Calendarios perpetuos.

2. PERÍODO MEDIEVAL (del año 500 al 1500)	341
2.1. La astronomía árabe. La terminología árabe arcaica. La expansión del Islam. El <i>Almagesto</i> .	
2.2. La astronomía en la España Musulmana. 2.2.1. Alfonso X el Sabio y los traductores de Toledo. Los <i>Libros del Saber</i> y las <i>Tablas Alfonsíes</i> . 2.2.2. Reflexión sobre la ciencia española en la Edad Media.	
2.3. Transcripciones erróneas de términos astronómicos árabes. 2.3.1. El caso de <i>Betelgeuse</i> .	
3. PERÍODO RENACENTISTA (del año 1500 al 1800)	353
3.1. El <i>telescopio</i> de Galileo. 3.1.1. La historia del término. <i>Perspicillum</i> versus <i>occhiale</i> . Roma, 14 de abril de 1611.	
3.2. Los catálogos de estrellas y las nuevas constelaciones. 3.2.1. Tycho Brahe: medidas de precisión. <i>Coma Berenices</i> / <i>Comae Berenices</i> / <i>Com</i> / <i>Cabellera de Berenice</i> . 3.2.2. Johannes Bayer: animales exóticos y letras griegas. <i>Apus</i> / <i>Apodis</i> / <i>Aps</i> / <i>Ave del Paraíso</i> . <i>Chamaeleon</i> / <i>Chamaeleontis</i> / <i>Cha</i> / <i>Camaleón</i> . <i>Dorado</i> / <i>Doradus</i> / <i>Dor</i> / <i>Dorada</i> o <i>Carpa Dorada</i> . <i>Grus</i> / <i>Gruis</i> / <i>Gru</i> / <i>Grulla</i> . <i>Hydrus</i> / <i>Hydri</i> / <i>Hyi</i> / <i>Hidra Austral</i> o <i>Serpiente de Agua Macho</i> . <i>Indus</i> / <i>Indi</i> / <i>Ind</i> / <i>Indio</i> . <i>Musca</i> / <i>Muscae</i> / <i>Mus</i> / <i>Mosca Austral</i> o <i>Abeja</i> . <i>Pavo</i> / <i>Pavonis</i> / <i>Pav</i> / <i>Pavo</i> o <i>Pavo Real</i> . <i>Phoenix</i> / <i>Phoenicis</i> / <i>Phe</i> / <i>Fénix</i> . <i>Triangulum Australe</i> / <i>Trianguli Australis</i> / <i>TrA</i> / <i>Triángulo Austral</i> . <i>Tucana</i> / <i>Tucanae</i> / <i>Tuc</i> / <i>Tucán</i> . <i>Volans</i> / <i>Volantis</i> / <i>Vol</i> / <i>Pez Volador</i> . 3.2.3. Edmund Halley: favores reales. <i>Columba</i> / <i>Columbae</i> / <i>Col</i> / <i>Paloma</i> . 3.2.4. Augustin Royer: la cruz de las antípodas. <i>Crux</i> / <i>Crucis</i> / <i>Cru</i> / <i>Cruz del Sur</i> . 3.2.5. Jakob Bartsch: animales con atributos. <i>Camelopardalis</i> / <i>Camelopardalis</i> / <i>Cam</i> / <i>Jirafa</i> . <i>Monoceros</i> / <i>Monocerotis</i> / <i>Mon</i> / <i>Unicornio</i> . 3.2.6. Johannes Höwelcke (Hevelius): una vista de linco. <i>Canes Venatici</i> / <i>Canum Venaticorum</i> / <i>CVn</i> / <i>Lebreles</i> o <i>Perros de Caza</i> . <i>Lacerta</i> / <i>Lacertae</i> / <i>Lac</i> / <i>Lagarto</i> . <i>Leo Minor</i> / <i>Leonis Minoris</i> / <i>LMi</i> / <i>León Menor</i> . <i>Lynx</i> / <i>Lyncis</i> / <i>Lyn</i> / <i>Lince</i> . <i>Scutum Sobiescianum</i> / <i>Scuti</i> / <i>Sct</i> / <i>Escudo de Sobieski</i> . <i>Sextans</i> / <i>Sextantis</i> / <i>Sex</i> / <i>Sextante</i> . <i>Vulpecula</i> / <i>Vulpeculae</i> / <i>Vul</i> / <i>Raposilla</i> o <i>Pequeña Zorra</i> . 3.2.7. John Flamsteed: números consecutivos. 3.2.8. Nicolas Louis de Lacaille: instrumentos científicos. <i>Antlia</i> / <i>Antliae</i> / <i>Ant</i> / <i>Máquina</i> o <i>Bomba Pneumática</i> . <i>Caelum</i> / <i>Caeli</i> / <i>Cae</i> / <i>Buril</i> o <i>Cincel</i> . <i>Circinus</i> / <i>Circini</i> / <i>Cir</i> / <i>Compás</i> . <i>Fornax</i> / <i>Fornacis</i> / <i>For</i> / <i>Hornillo</i> u <i>Horno químico</i> . <i>Horologium</i> / <i>Horologii</i> / <i>Hor</i> / <i>Reloj de Péndulo</i> . <i>Mensa</i> / <i>Mensae</i> / <i>Men</i> / <i>Mesa</i> o <i>Montaña de la Mesa</i> . <i>Microscopium</i> / <i>Microscopii</i> / <i>Mic</i> / <i>Microscopio</i> . <i>Norma</i> / <i>Normae</i> / <i>Nor</i> / <i>Escuadra</i> o <i>Regla</i> . <i>Octans</i> / <i>Octantis</i> / <i>Oct</i> / <i>Octante</i> . <i>Pictor</i> / <i>Pictoris</i> / <i>Pic</i> / <i>Pintor</i> . <i>Pyxis Nauticus</i> / <i>Pyxidis</i> / <i>Pyx</i> / <i>Brújula</i> . <i>Reticulum</i> / <i>Reticuli</i> / <i>Ret</i> / <i>Retículo</i> . <i>Sculptor</i> / <i>Sculptoris</i> / <i>Scl</i> / <i>Escultor</i> . <i>Telescopium</i> / <i>Telescopii</i> / <i>Tel</i> / <i>Telescopio</i> . 3.2.9. Propuestas fallidas.	
3.3. La cristianización del cielo.	
3.4. Los primeros catálogos de objetos nebulosos. 3.4.1. Los intentos de Halley y otros. 3.4.2. El álbum Messier y los catálogos de Bode. 3.4.3. Los catálogos de William y Caroline Herschel. Las <i>nebulosas planetarias</i> . El <i>nebulium</i> .	
3.5. Las <i>Nubes de Magallanes</i> .	
4. PERÍODO MODERNO (desde el año 1800)	391
4.1. Estudios filológicos.	
4.2. Catálogos actuales de objetos astronómicos. 4.2.1. Los catálogos de John Herschel. 4.2.2. El <i>Nuevo Catálogo General (NGC)</i> de Dreyer. <i>El Index Catalogue</i> . 4.2.3. La <i>Bonner Durchmusterung (BD)</i> de Argelander. <i>La Córdoba Durchmusterung (CD)</i> . <i>La Cape Phototographic Durchmusterung (CPD)</i> . 4.2.4. El catálogo de <i>Henry Draper (HD)</i> . 4.2.5. Las placas de Monte Palomar. 4.2.6. Otros catálogos. 4.2.7. Bases de datos en la era Internet.	
4.3. La Unión Astronómica Internacional. 4.3.1. Nomenclatura oficial. Nombramientos automáticos. Nombramientos no automáticos. Las 88 constelaciones actuales. 4.3.2. Las supernovas. 4.3.3. Las novae. 4.3.4. Las estrellas variables. 4.3.5. Los planetas. 4.3.6. <i>Estrellas errantes</i> . Nombres	

- mitológicos. *Urano. Neptuno. Plutón*. Planetas extrasolares. 4.3.7. Los asteroides. La *ley de Titius-Bode*. La *Policía Celeste*. Otras propuestas terminológicas. *Ceres* y otras diosas griegas. El Diccionario de la IAU. Los últimos bautizos. El asteroide 10.000. Bautizos para *Eros*. Búsqueda de *NEOs*. El asteroide de *El Principito*. 4.3.8. Los satélites (naturales). La Luna. Otros satélites. 4.3.9. Los cráteres y otros accidentes topográficos en el Sistema Solar. Accidentes lunares. Accidentes de otros planetas. 4.3.10. Los anillos planetarios. 4.3.11. Los cometas. “Bolas de nieve sucia”. *La Nube de Oort. El Cinturón de Kuiper*. Cazadores de cometas. Nomenclatura oficial. Nuevas normas. Los últimos cometas del siglo XX. El cometa *Halley*. El cometa *Shoemaker-Levy*. El cometa *Hyakutake*. El cometa *Hale-Bopp*. 4.3.12. El Sol y las estructuras solares. 4.3.13. Nomenclatura de objetos fuera del Sistema Solar. Nuevas estrellas. Sistemas binarios. Enanas marrones. Nebulosas. Nebulosas planetarias. Cúmulos estelares. Agujeros negros. Púlsares y estrellas de neutrones. Cuásares. Galaxias. Cúmulos y supercúmulos de galaxias. Explosiones de rayos gamma.
- 4.4. *International Star Registry*. 4.4.1. Canarias en el cielo. 4.4.2. Otros proyectos publicitarios.

TERCERA PARTE: Términos astronómicos del siglo XX en titulares de prensa.....465
 - La serendipia en astronomía.

1. BIG BANG, la Gran Explosión.....471

- 1.1. Divulgación científica. 1.1.1. Modelos cosmológicos. 1.1.2. Cosmologías antiguas. P’an Ku y el huevo cósmico. El Génesis y la predicción de Ussher. Los elefantes y la tortuga gigante. 1.1.3. Las esferas de los griegos. 1.1.4. La revolución copernicana. 1.1.5. Los *universos-islas*. 1.1.6. La *paradoja de Olbers*. La solución de Poe: *Eureka*. 1.1.7. El nacimiento de la cosmología moderna. 1.1.8. Einstein y la teoría de la *Relatividad*. 1.1.9. El *Universo Friedmann*. 1.1.10. Hubble y la expansión del Universo. La *constante de Hubble* y la edad del Universo. La *constante de Sandage*. 1.1.11. El *átomo primitivo* de Lemaître. 1.1.12. El *hilen o ylem* de Gamow. 1.1.13. La teoría del *Big Bang*. La *inflación cósmica*. La *espuma cuántica*. Mito y misticismo. El *Big Crunch*. 1.1.14. La teoría del *Estado Estacionario*. El *Universo Cuasi-Estacionario*.
- 1.2. Historia del término. 1.2.1. El *big bang* de Hoyle. 1.2.2. Problemas terminológicos. El concurso de *Sky and Telescope*.
- 1.3. Repercusión en la prensa.

2. CUÁSARES, en los confines de lo observable.....507

- 2.1. Divulgación científica. 2.1.1. El espectro electromagnético. Las ondas de radio. 2.1.2. El nacimiento de la radioastronomía. 2.1.3. Las *radiogalaxias*. 2.1.4. La primera *radioestrella*. 2.1.5. Nuevos objetos extragalácticos. Definición y propiedades. La fuente de energía. Los *dinosaurios cósmicos*. Posiciones secretas. El entorno de los *cuásares*.
- 2.2. Historia del término. 2.2.1. *Objetos casi estelares*. 2.2.2. *Cuásares o QSOs*. 2.2.3. *Blázares* y otros *AGN*. 2.2.4. Problemas terminológicos. *¿Quasar o cuásar?*
- 2.3. Repercusión en la prensa.

3. AGUJEROS NEGROS, magia en el Universo.....529

- 3.1. Divulgación científica. 3.1.1. La evolución estelar. *Secuencia Principal. Gigante roja. Enana blanca. Supernova. Estrellas de neutrones. Agujero negro*. 3.1.2. El destino del Sol. 3.1.3. Un viaje fantástico. Los *agujeros de gusano* y la *máquina del tiempo*. Las paradojas relativistas. 3.1.4. La velocidad de escape. 3.1.5. Investigaciones teóricas. La radiación de Hawking. Las *singularidades desnudas*. 3.1.6. La detección de lo invisible. *Agujeros negros* en sistemas binarios. *V404 Cyg. Agujeros negros* en centros galácticos. *Agujeros negros primordiales*. 3.1.7. Los *agujeros blancos*.
- 3.2. Historia del término. 3.2.1. Las *estrellas oscuras* de Michell. 3.2.2. Las *singularidades esféricas* de Schwarzschild. 3.2.3. Las *estrellas congeladas* de la Unión Soviética. 3.2.4. Las *estrellas colapsadas*

de Occidente. 3.2.5. Los <i>agujeros negros</i> de Calcuta. 3.2.6. Los <i>agujeros negros</i> de Wheeler. 3.2.7. Why “Black Hole”? 3.2.8. Problemas terminológicos. Los <i>hoyos negros</i> . Los <i>discos de acreción</i> .	
3.3. Repercusión en la prensa.	
4. PÚLSARES, los faros cósmicos	555
4.1. Divulgación científica. 4.1.1. Descubrimiento por serendipia. 4.1.2. <i>Supernovas y estrellas de neutrones</i> . 4.1.3. Los pulsos de radio. Relojes de precisión. 4.1.4. Los <i>púlsares binarios</i> . 4.1.5. <i>Ondas gravitatorias</i> .	
4.2. Historia del término. 4.2.1. <i>Hombrecillos verdes</i> . 4.2.2. Término <i>periodístico</i> . 4.2.3. Catálogos de <i>púlsares</i> . 4.2.4. <i>El Púlsar del Cangrejo</i> . 4.2.5. Problemas terminológicos.	
4.3. Repercusión en la prensa.	
5. ENANAS MARRONES, el eslabón perdido	573
5.1. Divulgación científica. 5.1.1. La formación de las estrellas. 5.1.2. El <i>diagrama Hertzsprung-Russell</i> . 5.1.3. Entre estrellas y planetas. 5.1.4. El descubrimiento de <i>Teide 1</i> . La <i>prueba del litio</i> .	
5.2. Historia del término. 5.2.1. Marrón no es un color. 5.2.2. Propuestas alternativas. <i>Estrella liliputiense</i> . <i>Enana negra</i> . <i>Estrella infrarroja</i> . <i>Júpiter y Super-Júpiter</i> . <i>Enana roja extrema</i> . <i>Objeto subestelar</i> . <i>Enana de litio</i> . 5.2.3. <i>Teide 1, Calar 3, Roque 25,...</i> 5.2.4. Problemas terminológicos.	
5.3. Repercusión en la prensa.	
6. GRAN ATRACTOR, un imán a gran escala	593
6.1. Divulgación científica. 6.1.1. Las macroestructuras del Universo. Los cúmulos de galaxias. El <i>Grupo Local</i> . El <i>Mapa del millón de galaxias</i> . Los supercúmulos de galaxias. El <i>Gran Atractor</i> . Los grandes vacíos. Universo de <i>burbujas</i> . La <i>Gran Muralla</i> . 6.1.2. La formación de estructuras a gran escala. Modelo <i>abajo-arriba</i> . Modelo <i>arriba-abajo</i> . Modelo <i>abajo-arriba híbrido</i> . 6.1.3. La <i>materia oscura</i> . Los <i>MACHOs</i> . Los <i>WIMPs</i> . Los <i>neutrinos</i> . Las <i>cuerdas cósmicas</i> . Las galaxias <i>fantasma</i> . 6.1.4. El destino del Universo.	
6.2. Historia del término. 6.2.1. <i>Los Siete Samurai</i> . 6.2.2. Hacia <i>Hidra-Centauro</i> . 6.2.3. Atractor de críticas. 6.2.4. Problemas terminológicos.	
6.3. Repercusión en la prensa.	
<u>CUARTA PARTE: El experimento</u>	613
1. COSMOSOMAS, las semillas del Universo	617
1.1. Divulgación científica. 1.1.1. La <i>radiación del fondo cósmico</i> . En busca de las <i>anisotropías</i> . 1.1.2. El satélite <i>COBE</i> . 1.1.3. El <i>Experimento de Tenerife</i> . 1.1.4. <i>Planck</i> y otros proyectos.	
1.2. Historia del término. 1.2.1. Las <i>arrugas</i> de Smoot y las <i>semillas cósmicas</i> . 1.2.2. El <i>Club Dumas</i> y los <i>COSMOSOMAS</i> . Propuestas alternativas. Los “cromosomas” del Universo. El Manifiesto. 1.2.3. Problemas terminológicos. 1.2.4. Seguimiento de la difusión. Registros de <i>cosmosomas</i> . Año 1994. Año 1995. Año 1996. Año 1997. Año 1998.	
1.3. Repercusión en la prensa.	
1.4. Análisis comparado con otros términos astronómicos. 1.4.1. Idoneidad. 1.4.2. Intencionalidad. 1.4.3. Autoría. 1.4.4. Relación temporal con el concepto y el descubrimiento. 1.4.5. Primer ámbito de aplicación. 1.4.6. Etimología. 1.4.7. Problemas lingüísticos. 1.4.8. Competencia con términos alternativos. 1.4.9. Efecto en la audiencia. 1.4.10. Nivel de aceptación.	
1.5. Otros términos astronómicos acuñados en el IAC. 1.5.1. <i>Teide 1</i> . 1.5.2. <i>MISMA</i> . 1.5.3. <i>La Nebulosa del Antifaz</i> . 1.5.4. <i>Objetos GGD</i> . 1.5.5. <i>La fase Champagne</i> . 1.5.6. <i>El Cometake</i> . 1.5.7. <i>GRANTECAN</i> . 1.5.8. <i>CAIN</i> y <i>ABEL</i> . 1.5.9. Otros términos.	

QUINTA PARTE: Análisis de prensa	671
ANÁLISIS DE PRENSA I. Análisis de las noticias científicas clasificadas en los Índices anuales de El País (1976-1995)	675
1. Las noticias científicas en dos décadas de <i>El País</i> . 1.1. Gráficas. 1.2. Conclusiones.	
2. Las noticias relacionadas con la astronomía, la astrofísica y el Espacio. 2.1. Gráficas. 2.2. Conclusiones.	
3. Las noticias relacionadas con el IAC. 3.1. Gráficas. 3.2. Conclusiones.	
ANÁLISIS DE PRENSA II. Análisis de los suplementos de ciencia de <i>Abc</i> y <i>El País</i> (1996-1997)	701
1. “ABC de la Ciencia”: suplemento científico de <i>Abc</i> . 1.1. Historia y algunos datos. 1.1.1. Personal. 1.1.2. Secciones. 1.1.3. Filosofía. 1.2. Seguimiento y análisis 1996-1997. 1.2.1. Gráficas. 1.2.2. Conclusiones.	
2. “Futuro”: suplemento científico de <i>El País</i> . 2.1. Historia y algunos datos. 2.1.1. Personal. 2.1.2. Secciones. 2.1.3. Filosofía. 2.2. Seguimiento y análisis 1996-1997. 2.2.1. Gráficas. 2.2.2. Conclusiones.	
ANÁLISIS DE PRENSA III: Selección de los principales temas astronómicos y espaciales que han sido titulares de prensa en la década de los noventa	737
1. Descubrimientos astronómicos e hitos espaciales del siglo XX. 1.1. Doce descubrimientos astronómicos del siglo XX previos a 1990. 1.2. Doce hitos espaciales hasta 1990.	
2. 1990-1999: una década astronómica y espacial en titulares de prensa. 2.1. El Telescopio Espacial <i>Hubble</i> y la edad del Universo. 2.2. El Sol, los eclipses y el cambio climático. 2.3. Los agujeros negros y la máquina del tiempo. 2.4. El satélite <i>COBE</i> , los <i>cosmosomas</i> , el <i>Big Bang</i> y el destino del Universo. 2.5. La <i>supernova 1993J</i> , descubierta por un astrónomo aficionado español. 2.6. La colisión del <i>Shoemaker-Levy</i> con Júpiter. 2.7. Las primeras <i>enanas marrones</i> y la <i>materia oscura</i> . 2.8. Los primeros <i>planetas extrasolares</i> . 2.9. La nave <i>Galileo</i> , la sonda suicida y el descenso en <i>Titán</i> . 2.10. Los cometas <i>Hyakutake</i> y <i>Hale-Bopp</i> . 2.11. La explosión del <i>Ariane 5</i> . 2.12. El meteorito marciano y la búsqueda de vida extraterrestre. 2.13. Los percances de la <i>Mir</i> y la <i>Estación Espacial Internacional</i> . 2.14. Hielo en la Luna, océanos en <i>Europa</i> y agua en el Universo. 2.15. El satélite español <i>Minisat</i> y los astronautas españoles. 2.16. Marte y la <i>Pathfinder</i> . 2.17. Las <i>explosiones de rayos gamma</i> . 2.18. La amenaza de los asteroides y la basura espacial. 2.19. Los grandes telescopios. 2.20. El tercer milenio y los fenómenos milenaristas	
CONCLUSIONES	775
NOTA FINAL	781
ANEXOS	783
1. Encuesta entre astrónomos.....	785
2. Encuesta entre periodistas científicos.....	815
BIBLIOGRAFÍA	861
AGRADECIMIENTOS	873



Galaxia espiral del Triángulo, M33 ó NGC 598.

Esta galaxia es un miembro del *Grupo Local* de galaxias con gran formación estelar.
Imagen en color real obtenida con el Telescopio "Isaac Newton",
del Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma).
© IAC-RGO. D. Malin et al.

RESUMEN

El periodismo científico es una práctica periodística muy joven en España (los primeros suplementos de ciencia y tecnología en la prensa española aparecieron en los años ochenta) y lo es aún más como disciplina académica (recientemente incorporada como asignatura, optativa en la mayoría de los casos, a los programas de algunas facultades de Ciencias de la Información o Comunicación).

El estudio epistemológico y multidisciplinar realizado en este trabajo de investigación revela la necesidad de la especialización periodística, sobre todo en el campo de la ciencia y la tecnología. Se demuestra aquí que el periodismo científico cumple una función social como difusor de la cultura científica, tan omnipresente en la sociedad de fin de milenio. Se trata de una especialidad con problemas propios, no ajena a las nuevas tecnologías de la información y que tendrá un peso específico cada vez mayor en los medios de comunicación del siglo XXI.

Tras el análisis de las encuestas, entrevistas y seguimiento de prensa (especialmente en los diarios *Abc* y *El País*), destaca la presencia creciente de la astronomía y especialidades afines en los medios. El *Telescopio Espacial Hubble* (HST) y el *Instituto de Astrofísica de Canarias* (IAC) tienen mucho que ver con este incremento de noticias astronómicas, reflejado en los titulares de prensa. La astronomía se revela, además, como una ciencia con un lenguaje propio, que ha sabido exportar a otros contextos muy diferentes, y una terminología aún por normalizar en castellano, que justifica la creación de una comisión especial para ello.

El estudio detallado de casos concretos de términos astronómicos acuñados en este siglo -*Big Bang*, *Agujero negro*, *Cuásar*, *Púlsar*, *Enana marrón* y *Gran Atractor*-, incluida su historia y su aparición más o menos frecuente en la prensa española, pone de manifiesto que su éxito depende en gran medida de su propio poder de atracción y comunicación, y no tanto de su adecuación científica.

La evolución y repercusión del término "Cosmosomas", acuñado en el IAC como experimento para esta tesis, ha servido para avanzar en el entendimiento de los mecanismos de implantación de los nuevos términos en la comunidad científica. Resulta un privilegio para los centros de vanguardia la posibilidad de enriquecer el lenguaje científico con palabras de su propio idioma. El IAC destaca como un centro de investigación implicado, también, en la divulgación de la ciencia e impulsor del periodismo científico, especialmente en su entorno geográfico más inmediato.

SUMMARY

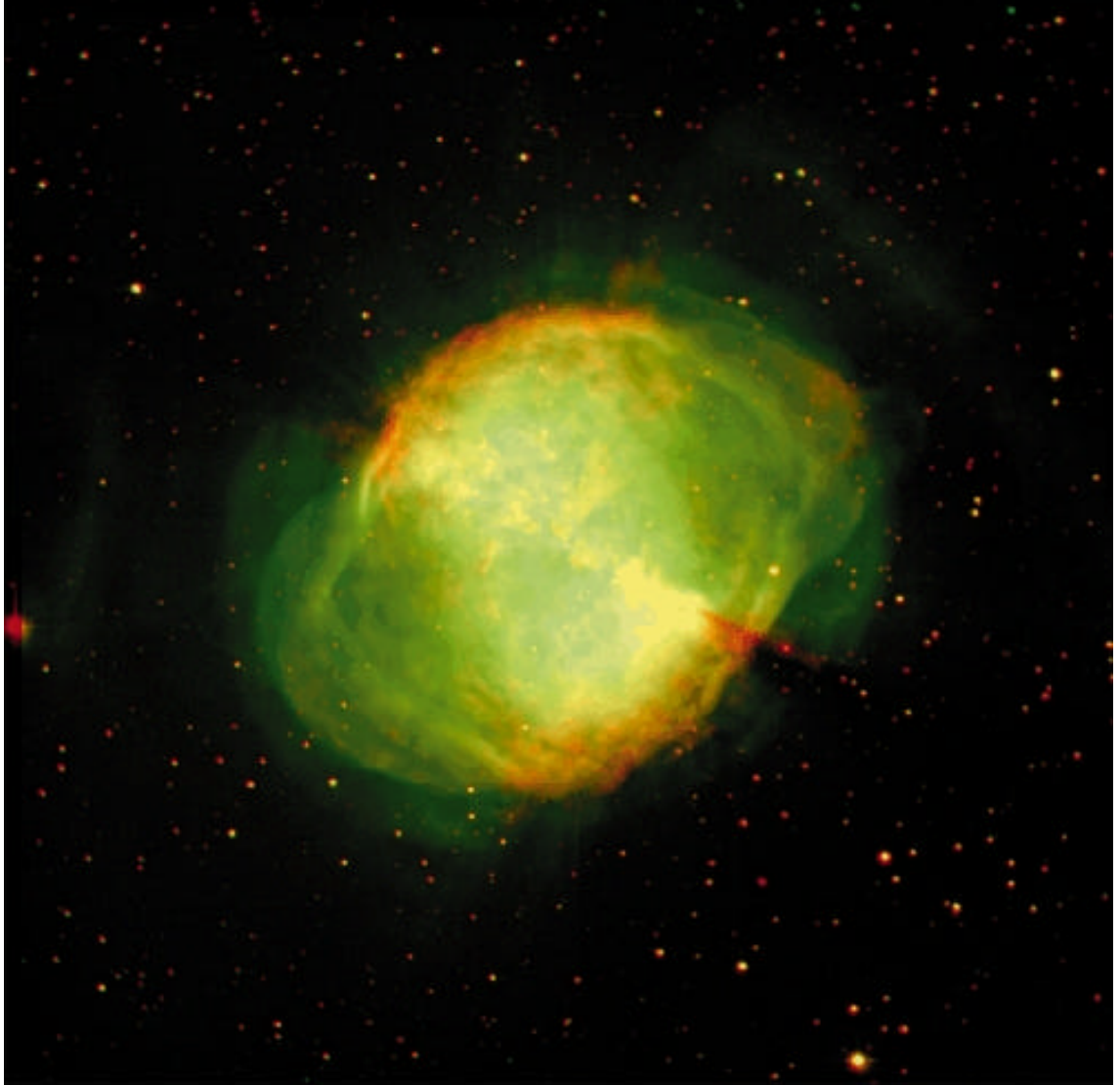
Science journalism is a very recent development in Spain (the first science and technology supplements in the Spanish press appeared in the eighties) and is even more of a newcomer as an academic discipline (only recently incorporated, as an optional subject in most cases, in the programmes of some Schools of Journalism and Mass Communication).

The epistemological and multidisciplinary study carried out in this thesis reveals the need for specialization within journalism, above all in the fields of science and technology. It is shown here that science journalism fulfils a social function in spreading the scientific knowledge that has become such a ubiquitous feature of our end-of-millennium society. It is a specialization with its own set of problems, not unrelated to the new information technologies, and that will carry more and more weight in the media of the Twenty-First Century.

Interviews, questionnaire analysis and a study of the press (particularly the two dailies 'Abc' and 'El Pais') carried out for this project highlight the ever-growing presence in the media of astronomy and its related disciplines. The Hubble Space Telescope (HST) and the Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) have had much to do with this burgeoning news coverage of astronomy, as is reflected in press headlines. Astronomy is also a science with its own language, which has been exported to other, quite different, contexts, and with a terminology still to be settled in Spanish, for which purpose a special commission has been created.

The detailed study of specific cases of astronomical terms coined during this century Big Bang, black hole, quasar, pulsar, brown dwarf and Great Attractor, for example - together with their histories, and their frequencies of occurrence in the Spanish press, make it manifestly clear that their success depends to a large degree on their power of attraction and communication rather than on their strict scientific appropriateness.

The evolution and impact of the term COSMOSOMAS - coined within the IAC as an experiment for this thesis - has helped to further our understanding of the mechanisms of implantation of new terms in the scientific community. A privilege enjoyed by leading centres is the possibility of enriching the scientific vocabulary with words from their own language. The IAC is one such research centre and is also involved in the popularization of science and is itself a generator of science journalism, particularly within its most immediate geographical environment.



Nebulosa Dumbbell ó NGC 6853.

Esta nebulosa planetaria forma parte del Catálogo Morfológico del IAC de Nebulas Planetarias Galácticas del Hemisferio Norte (*The IAC Morphological Catalog of Northern Galactic Planetary Nebulae*).

© IAC. Arturo Manchado, Martín A. Guerrero, Letizia Stanghellini y Miquel Serra-Ricart.

INTRODUCCIÓN

Aún son alevines cuando remontan los ríos, en cuyas aguas dulces permanecen hasta el momento de su reproducción. Entonces se dirigen al mar en gran número y allí cambian de nombre, alcanzan la madurez. Son las *angulas* camino de ser *anguilas* de “la región de los Sargazos”. Julio Cortázar escribió sobre este ciclo inspirándose en un artículo publicado en *Le Monde*, París, el 14 de abril de 1971. Compuso así su *Prosa del Observatorio*¹, un conjunto de metáforas de la ciencia que hablan de la afición a la astronomía de un sultán llamado Jai Singh; un sutil juego de imágenes, donde las anguilas del océano se confunden con estrellas en la noche y son contempladas desde los observatorios indios de Jaipur y Delhi.

Literatura y ciencia se fusionaron en Cortázar con tintes astronómicos, como también lo hicieron en otros autores. Dante describió en la *Divina Comedia* un universo fiel a las concepciones de su tiempo; Rafael Alberti dedicó versos al cometa *Halley* como testigo de excepción de sus dos últimas visitas; Jorge Luis Borges encerró todo el espacio cósmico en *El Aleph*; y Edgar Allan Poe intuyó en sus cuentos el misterio de un *agujero negro*, mientras que en *Eureka* esbozaba la teoría del *Big Bang*.

De simbiosis como las apuntadas se nutre nuestro trabajo de investigación, donde el periodismo científico se perfila también como género literario y como complemento a la educación. Presentamos y defendemos este estudio al cierre del milenio, tras un siglo eminentemente físico y aerospacial y en el umbral de un nuevo mundo, con astronomía y biología en su definición. Hacia él se dirige una sociedad que se transforma vertiginosamente y que aún no sabemos si podrá resistir el *shock del futuro*².

Creemos que, en efecto, este futuro es especialmente incierto, agravado por la incomunicación que el grado de especialización alcanzado por el saber humano ha generado en nuestra sociedad y en nuestra cultura.

Esta situación de incomunicación nos hizo concebir una tesis multidisciplinar, donde debían converger armónicamente diferentes áreas del conocimiento: la historia de la filosofía, la sociolingüística, las teorías de la comunicación, el periodismo especializado, las nuevas tecnologías de la información y la astronomía, principalmente.

Hemos recurrido a la filosofía porque es la disciplina que nos permite reflexionar sobre cómo piensan los hombres, sobre la manera en que el ser humano se sitúa ante el mundo e intenta conocerlo y sobre las consecuencias que estas actitudes humanas tienen para la sociedad. Era, pues, un enfoque indispensable para un trabajo sobre cómo la sociedad actual digiere los conocimientos científicos, que tan rápidos cambios generan.

También hemos acudido a la sociolingüística porque en un estudio sobre la transmisión del conocimiento resultaba fundamental analizar el lenguaje, como principal vehículo de comunicación humana. En concreto, a través de la terminología se aborda la cuestión de cómo influye este vehículo en la eficacia del mensaje. Como veremos, lo acertado o no de un término puede ser determinante a la hora de divulgar el concepto que encierra.

La presencia en este trabajo de las teorías de la comunicación, el periodismo especializado y las nuevas tecnologías de la información era obviamente necesaria. No ya sólo por tratarse de un trabajo que se defiende en un Departamento de Ciencias de la Información, sino también por el futuro *mediático* que nos espera y que debemos tener en cuenta, un futuro donde los medios de comunicación configurarían una nueva sociedad de la información.

Con este entorno y con un enfoque epistemológico, pretendemos establecer un marco teórico para la información periodística especializada y, en concreto, para el periodismo científico. Partimos de la propia experiencia en el campo y de la bibliografía específica consultada, a lo que hemos añadido el resultado de análisis de prensa y de entrevistas personales mantenidas con periodistas, divulgadores y científicos.

Conscientes de que los medios de comunicación han de desempeñar un papel fundamental en la síntesis cultural del futuro, confiamos en poder aportar con esta investigación alguna ayuda al respecto.

Planteamientos e hipótesis iniciales

En este trabajo defenderemos la función social del periodismo científico como difusor de la cultura científica. Creemos que la necesidad de esta especialización periodística justifica su consideración como disciplina académica, que actualmente carece del suficiente cuerpo doctrinal. La astronomía y su lenguaje, con una presencia cada vez mayor en los medios de comunicación, servirán para ilustrar y demostrar nuestras hipótesis y planteamientos iniciales, los cuales se enumeran a continuación:

1. El *saber* está experimentando una *especialización* sin precedentes. La actual *clasificación de las ciencias* y sus respectivos *lenguajes* nos dan una idea de la complejidad alcanzada. Esta situación puede llegar a generar, de cara al *siglo XXI*, problemas psicológicos y sociológicos, entre ellos la *incomunicación*.
2. La *ciencia* no está dissociada de la *cultura*, sino que, por el contrario, forma parte sustantiva de ella y, como tal, resulta decisiva en el progreso de una sociedad. Su *divulgación* es una necesidad social y una herramienta con la que hacer frente a actitudes totalitarias. Detrás de cada obstáculo a la divulgación de la ciencia –un problema de educación, principalmente-, se ha escondido muchas veces el interés por el mantenimiento de una élite.
3. El *periodismo especializado* surge, paradójicamente, con el fin de hacer frente a la creciente especialización y complejidad del conocimiento. En este contexto, el *periodismo científico* tendría como objetivo conseguir un mayor acercamiento entre la ciencia y la sociedad y, de esta forma, un enriquecimiento cultural que mejoraría la calidad de vida del hombre.
4. “Divulgar, sí. Pero no a cualquier precio” es un planteamiento crítico muy reiterado hoy en día, provocado especialmente por el ascenso de un tipo de divulgación “amable” y, en demasiados casos, “interesada”, acorde con un tipo de cultura que se tilda de “comercial”.

5. El *Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)* es un centro de investigación español que de forma permanente se ha implicado en la divulgación de la ciencia y que ha impulsado el periodismo científico, especialmente en las Islas Canarias.
6. Existe una falta de normalización de la terminología científica en español (el idioma que hablan más de 350 millones de personas en todo el mundo) y, en especial, en el campo de la astronomía y afines.
7. El lenguaje científico es arduo, y no sólo por una cuestión léxica. El periodista científico a veces se deja “contaminar” por la jerga científica. Conocer los recursos del *lenguaje* es fundamental para informar, divulgar y, por qué no, entretener.
8. El lenguaje de la astronomía, en concreto, tiene un valor metafórico que facilita la divulgación de esta ciencia. Su construcción ha sido un proceso histórico y cultural que continúa en la actualidad, donde conviven los mitos greco-latinos con la teoría del *Big Bang*, convertida en el paradigma-mito científico del siglo XX.
9. Aunque la aceptación de términos científicos es un proceso muy complejo, los países de mayor nivel económico pueden costear un número más elevado de científicos, un mayor rango de medios de difusión de resultados científicos y una influencia lingüística más relevante. De ahí la potestad de estos países para acuñar términos científicos.
10. El inglés es el idioma de la ciencia, aunque el idioma español (castellano) debe ser consciente de su alcance potencial.

Estructura del trabajo

Hemos dividido el contenido de nuestro trabajo en cinco partes (a las que se suman los capítulos correspondientes a *conclusiones*, *bibliografía*, *agradecimientos*, y *anexos*, además de la *introducción* en la que nos encontramos).

Hemos reservado la Primera Parte para una “puesta al día” sobre la situación, muy heterogénea por su carácter multidisciplinar. Aquí, cada capítulo nos introducirá en aquella área de conocimiento o parcela del saber a la que hayamos robado un método, una técnica o, quizá, un contenido.

Utilizando la *filosofía* como hilo conductor, haremos un recorrido por la historia del saber humano hasta llegar a comprender la especialización del conocimiento que mencionábamos y que se refleja en la actual clasificación de las ciencias. Describiremos cómo, con el progreso, el saber se ha ido parcelando cada vez más y hoy en día constituye una multitud de minifundios incomunicados. La especialización del conocimiento define así una situación de gran complejidad que demanda una síntesis cultural (o contracultural).

Tras la búsqueda de una definición de *cultura* que integre plenamente la *ciencia*, estudiaremos el fenómeno de la aún vigente expresión de las *dos culturas* y la recientemente acuñada *tercera cultura*. A pesar de los frenos históricos a la divulgación científica, los esfuerzos a favor son dignos de mención. Propondremos algunas estrategias para que la ciencia llegue a la sociedad de forma directa.

En el marco de la *información y la comunicación pública de la ciencia*, partiremos de la necesidad actual de un *periodismo especializado*: profesionales capaces de acercar a la sociedad contenidos que no le deben ser ajenos. Esta tarea ha sido valientemente defendida en el plano académico por el Prof. Javier Fernández del Moral, catedrático de Información Periodística Especializada de la Facultad de Ciencias de la Información de la Universidad Complutense de Madrid. Sus fundamentos y sus modelos de comunicación científica para una información periodística especializada, en un campo con bibliografía insuficiente, no podían estar ausentes en este trabajo.

De la *especialización* en periodismo llegaremos al *periodismo científico*, aún no muy desarrollado en España, pero sí dignamente representado por periodistas que lo han impulsado con éxito, hasta el punto de que algunos medios de comunicación españoles crean opinión o debate sobre temas científicos. Debemos agradecer aquí especialmente la labor de pioneros como Manuel Calvo Hernando, profesor de Información Cultural y Científica en la Universidad de San Pablo CEU, presidente de la Asociación de Periodismo Científico y autor de los únicos manuales sobre esta materia editados en España (por tanto, consultados ampliamente para la elaboración de nuestro trabajo de investigación). Con su ayuda y la de otros

periodistas científicos a quienes hemos entrevistado, nos proponemos identificar los problemas de este periodismo y sugerir posibles soluciones.

En el capítulo anterior tendrán cabida las *nuevas tecnologías de la información*. Dado que el tema en sí ya está generando sus propias tesis doctorales, aquí sólo analizaremos, con casos concretos, tanto las ventajas como los peligros de las fuentes de información electrónicas para el periodismo científico.

Centraremos este trabajo en la *astronomía* (incluida su vertiente aeroespacial), uno de los campos científicos que mayor interés popular y periodístico despiertan hoy en día, siendo su léxico de uso en muy diferentes contextos. Como demostraremos con análisis gráficos, la evolución de esta especialidad científica en cuanto a su tratamiento en los medios de comunicación escritos ha sido más espectacular que el de muchas otras ramas de la ciencia. A la mayor superficie redaccional de las noticias astronómicas en periódicos y revistas, se suma la aparición de nuevas revistas de divulgación de esta materia y afines, junto a programas audiovisuales, informáticos y multimedia. Destacaremos las principales aplicaciones de la astronomía junto con otros parámetros que miden su repercusión social.

El *Instituto de Astrofísica de Canarias* será un elemento de referencia obligado en nuestro trabajo tanto por lo que supone en sí mismo como por nuestra vinculación profesional. En concreto, destacaremos sus actividades de difusión cultural y, entre ellas, las relacionadas con la información. A través de este Instituto, analizaremos el rendimiento de los gabinetes de comunicación, sometidos siempre a críticas con mayor o menor fundamento, como se pone de manifiesto en un capítulo anterior. Aquí también tendrá su espacio el *Museo de la Ciencia y el Cosmos del Cabildo de Tenerife* y su labor de divulgación.

En el último capítulo de esta primera parte defenderemos el papel que los recursos del *lenguaje* tienen en el éxito de una buena divulgación y, en concreto, en la divulgación de la astronomía a través de los medios de comunicación. Advertiremos de ciertos peligros, como la inflación de términos científicos y técnicos -anglicismos en su mayoría, aunque muchos de ellos son términos greco-latinos "disfrazados"-, que inundan los periódicos y nuestra vida cotidiana, si bien mantendremos que el

neologismo en ciencia es necesario la mayoría de las veces. Asimismo, llamaremos la atención sobre la falta de normalización al respecto, un problema con efectos negativos para nuestro idioma.

La Segunda Parte, de contenido esencialmente astronómico, será un repaso por la evolución de la terminología astronómica a lo largo de cuatro períodos históricos: antiguo, medieval, renacentista y moderno, período este último que cubre hasta la actualidad. En ella encontraremos desde el origen mitológico de los nombres de las constelaciones del Zodíaco hasta las reglas formales adoptadas, ya en el siglo XX, por la Unión Astronómica Internacional (IAU) para, por ejemplo, la nomenclatura planetaria. Esta información nos ayudará a comprender parte de la terminología astronómica que acompaña a los últimos descubrimientos astronómicos destacados en los medios de comunicación.

En la Tercera Parte, como ampliación del período moderno del bloque anterior, estudiaremos casos concretos de términos acuñados en el siglo XX, su historia y su aparición más o menos frecuente en la prensa española. Hemos seleccionado para ello *Big Bang*, *Agujero negro*, *Cuásar*, *Púlsar*, *Enana marrón* y *Gran Atractor*, de los cuales se intenta hacer divulgación científica como introducción. La investigación sobre el origen de estos nombres irá ilustrada con una relación de informaciones aparecidas en la prensa con dichos términos en titulares.

La bibliografía sobre terminología astronómica no es muy abundante. Pero lo es menos aún cuando se trata de la acuñada en el siglo XX. El origen de los términos que frecuentemente forman parte de titulares de prensa de todo el mundo no suele aparecer en los manuales al uso. Su estudio requiere, junto a la búsqueda de referencias en la literatura, el testimonio de científicos aún en activo e incluso de periodistas, autores en algunos casos de los propios términos.

En la Cuarta Parte compararemos, tanto en el ámbito de la comunidad científica como en los medios de comunicación, la evolución y la repercusión de los términos anteriores con la de un nuevo término acuñado en el IAC y utilizado en este trabajo de investigación a modo de experimento. Somos conscientes, sin embargo, de que

se necesitarán al menos un par de décadas para extraer conclusiones firmes respecto de este experimento.

En la Quinta Parte presentaremos los resultados de nuestros análisis de prensa, que ilustraremos gráficamente y con los que esperamos confirmar algunas de nuestras hipótesis. No hemos abordado el análisis de contenido de estas noticias por varias razones. Dado que partimos de la hipótesis de un periodismo científico embrionario en España, debemos constatar, en primer lugar, la presencia de la ciencia en los medios de comunicación (lo hemos hecho con nuestro seguimiento de titulares de prensa) y, en segundo lugar, la presencia de noticias de contenido astronómico. No ignoramos, sin embargo, que habría sido de gran interés crear un corpus de citas de prensa no limitado a los titulares, que evidentemente están sometidos a restricciones lingüísticas muy severas. También habría sido de utilidad -quizá sea objeto de otro estudio hemerográfico- averiguar cuáles fueron las primeras apariciones de los términos astronómicos de todo este siglo XX en la prensa española, con el fin de valorar, además de otras cuestiones, el mayor o menor retraso en su repercusión así como su adaptación al idioma. En el último análisis destacaremos los principales descubrimientos astronómicos del siglo XX y, en especial, los de la década de los noventa y, por tanto, de actualidad periodística; algunos de ellos nos han obligado a modificar a última hora algunas ideas científicas defendidas en esta tesis.

Las encuestas que hemos realizado entre astrónomos y periodistas científicos, cuyo contenido íntegro adjuntamos como anexos, nos han permitido obtener un importante volumen de información y estadísticas sin precedentes que hemos incorporado a los distintos capítulos de este trabajo de investigación.

Añadiremos que en cada capítulo se describirá la metodología utilizada, ya sea el seguimiento y análisis de prensa, el uso de los géneros periodísticos (entrevista y otros) y las encuestas realizadas. Asimismo se hará referencia a las principales fuentes consultadas (ampliadas con las notas a final de capítulo y la bibliografía). Entre ellas se encuentran fuentes bibliográficas, hemerográficas, entrevistas personales y otros medios de comunicación.

Para reforzar nuestras hipótesis o bien para ilustrar ideas contrarias, hemos apelado al argumento de autoridad que aportan opiniones de expertos que han tratado las mismas cuestiones.

Conscientes de la belleza de las imágenes que proporciona una ciencia como la astronomía y gracias a la gentileza de los astrónomos del IAC, incluiremos algunas imágenes de objetos astronómicos a modo de ilustración.

NOTAS

¹ **CORTÁZAR, Julio.** *Prosa del Observatorio*. Editorial Lumen. Barcelona, 1974 (e.o. 1972).

² Metáfora con que el visionario periodista Alvin Toffler tituló en los años setenta uno de sus *best-sellers*. **TOFFLER, Alvin.** *El shock del futuro* (Future Shock). Trad. por J. Ferrer Aleu. Plaza & Janés. Barcelona, septiembre de 1990, 1ª edición (e.o. 1970).

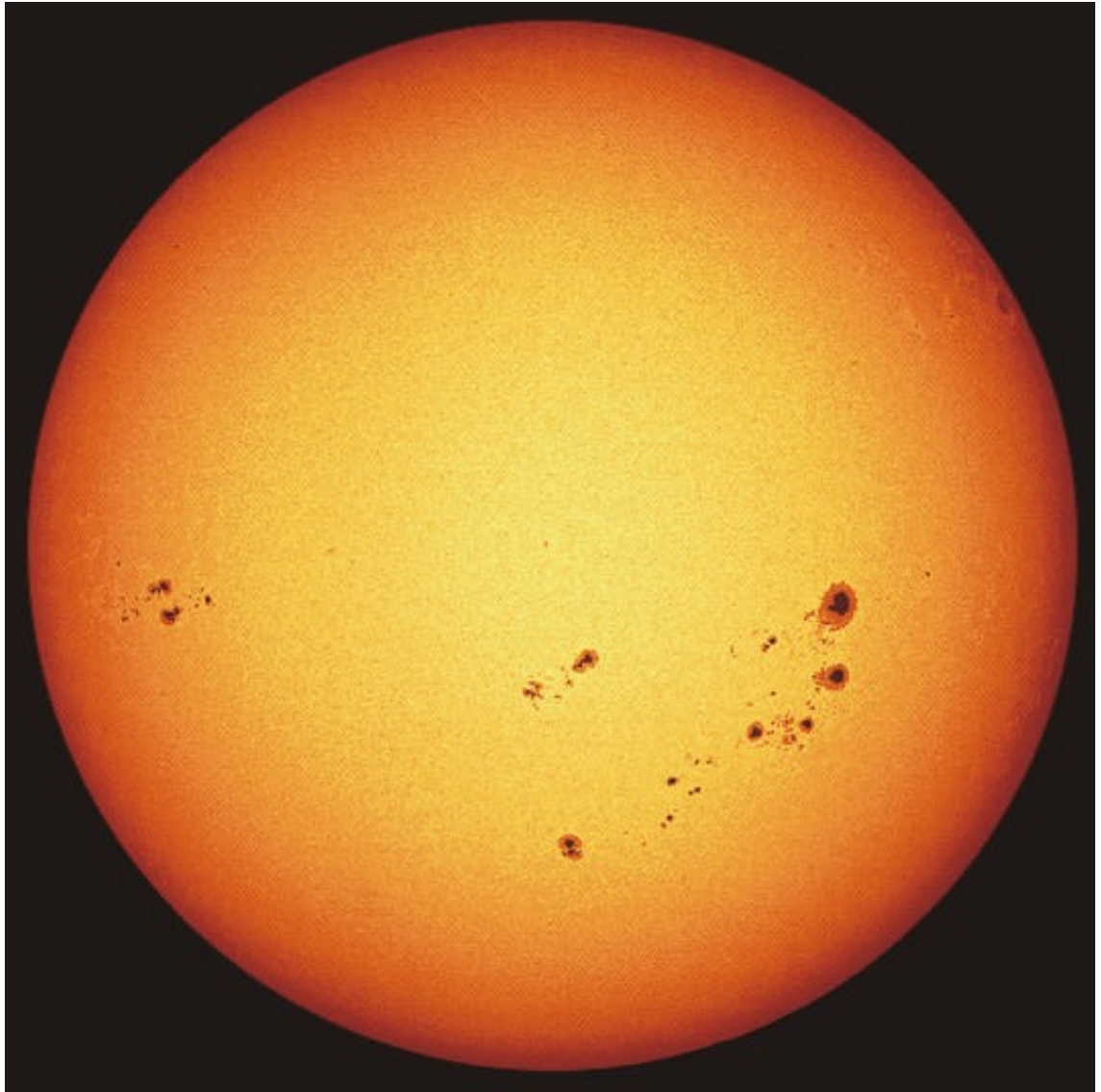


Imagen de la fotosfera solar tomada el 26 de agosto de 1990.
El diámetro del disco solar es de 1.400.000 km, aproximadamente.
Obtenida con el Telescopio Solar del Observatorio de Kamzelhöhle (Austria).
© Th. Pettauer y J.A. Bonet.

PRIMERA PARTE:

Una tesis multidisciplinar

“Todos los hombres tienen naturalmente el deseo de saber”¹, decía Aristóteles en el Libro Primero de su *Metafísica*. Y después añadía:

Lo que en un principio movió a los hombres a hacer las primeras indagaciones filosóficas fue, como lo es hoy, la admiración. Entre los objetos que admiraban y de que no podían darse razón, se aplicaron primero a los que estaban a su alcance; después, avanzando paso a paso, quisieron explicar los más grandes fenómenos; por ejemplo, las diversas fases de la Luna, el curso del Sol y de los astros y, por último, la formación del Universo.²

No sin intención, podríamos encontrar en esta capacidad de asombro un origen común del saber, de la filosofía, de la ciencia, de la astronomía y hasta, por qué no, del periodismo. Hoy, que el latín y el griego clásico (incluso la propia filosofía) tienden a desaparecer de las aulas suplantados por el pragmatismo cultural de fin de milenio, mientras que la ciencia permanece histórica y socialmente divorciada de una cultura humanística o de letras, nos complace compartir las ideas de Aristóteles sobre la realidad humana.

NOTAS

¹ *Metafísica* de Aristóteles. Trad. por Patricio de Azcárate. Espasa Calpe (Colección Austral). Madrid, 1993. 14ª edición. Pág. 35. “Los hombres sienten por naturaleza el afán de conocer” es la traducción de la misma cita de Aristóteles que ofrece José Ortega y Gasset en su libro *¿Que es Filosofía?* Espasa-Calpe (Colección Austral). Madrid, 1984. 6ª edición. Pág. 60. “Todos los hombres tienden por naturaleza a saber” es la traducción de Julián Marías en su libro *Historia de la Filosofía*. Revista de Occidente. Madrid, 1983. 34ª edición. Pág. 35.

² *Metafísica* ..., *op. cit.* Pág. 40.

1. EL SABER Y LA COMPLEJIDAD

En este primer capítulo, y de acuerdo con el carácter multidisciplinar de nuestra investigación, haremos un recorrido por la historia del conocimiento a través de la filosofía. Nos detendremos en las diferentes síntesis culturales (filosófica, teológica y científica) que han tenido lugar tras períodos de máxima especialización. Para ello seguiremos el esquema del libro *Fundamentos de la Información Periodística Especializada*¹, de los profesores Javier Fernández del Moral y Francisco Esteve Ramírez, además de varios manuales sobre la Historia del Pensamiento Filosófico y Científico, cuyas referencias incluiremos oportunamente.

El objeto de este recorrido es llegar a comprender el grado de especialización y complejidad alcanzados hoy en día por el saber humano. Lamentablemente, como veremos, con la especialización se ha ido perdiendo la visión de conjunto y, como resultado, una espiral de incomunicación amenaza a la sociedad del próximo siglo. Sólo una nueva síntesis cultural del conocimiento, en la que las Ciencias de la Información deberán tener un papel esencial, podrá devolvernos la fe en el futuro.

1.1. La síntesis filosófica

El conocimiento a lo largo de la historia ha evolucionado de forma cíclica, de la síntesis a la especialización y de la especialización a la síntesis. Partió del hombre primitivo, poseedor de un *conocimiento vulgar*, intuitivo y de tipo empírico, muy diferente del *conocimiento científico*, que indaga en el por qué de los acontecimientos. La *ciencia* que subyace en este último se ha visto sometida históricamente a continuas clasificaciones, en correspondencia con otras tantas sistematizaciones del saber.

Las primeras sociedades urbanas (Egipto, Babilonia, Sumeria...) desarrollaron lo que llamamos la *ciencia antigua*, de influencia teocrática y vinculada con las necesidades de la agricultura. La *ciencia clásica* (griega, alejandrina y romana) fue,

sin embargo, la integradora de las áreas de conocimiento de la época en un sistema global.

1.1.1. El concepto unitario de los griegos

Los griegos tenían un concepto profundamente unitario del saber. Para ellos sólo había una ciencia, un saber único: la *filosofía* (*filósofo* significa en griego “amigo de la ciencia”). Debido precisamente al carácter especulativo del pensamiento griego, que favorecía esta indiscriminación de las ciencias, la *primera síntesis del saber* fue filosófica. En ella aparecen las primeras cuestiones que el ser humano se plantea, como el comienzo del Universo, la existencia del hombre y el engaño de los sentidos.

La primera idea de sistematización del saber surge así de los filósofos contemplativos. Primero, de los llamados *naturalistas* presocráticos, preocupados por la naturaleza y el cosmos. Según Bertrand Russell, “la filosofía empieza con Tales, quien, afortunadamente, puede ser situado cronológicamente, porque predijo un eclipse [de Sol] que, según los astrónomos, ocurrió en el año 585 a. de C. [el 22 de mayo]. La filosofía y la ciencia -al principio unidas- nacieron, pues, juntas al comienzo del siglo VI.”²

Según Nuria Amat, “con los llamados filósofos presocráticos nacieron la ciencia y la información científica; con el interés no casual de contemplar el conocimiento como un todo, estos filósofos fueron simultáneamente geógrafos, lingüistas, matemáticos, astrónomos...”³.

Pitágoras (570-496 a.C.), autor de una de las primeras clasificaciones del saber, hizo de las *matemáticas* la ciencia por excelencia, dividiéndola en *aritmética*, *geometría*, *música* y *astronomía* e integrando el número y la forma. Fue este sabio griego quien acuñó los términos *filosofía* (con el significado de “amor a la sabiduría”) y *cosmos* (*kosmos* en griego, que significa “orden”), para referirse al Universo.⁴

Sócrates (470-399 a.C) estableció la división entre *psicología*, *moral*, *teología* y *política*. Platón (428-347 a.C.) añadió cuatro ciencias a la filosofía socrática - *ontología*, *teodicea*, *dialéctica* y *matemáticas*- e integró el conjunto en tres tipos de

ciencias: *físicas* (conocimiento del mundo sensible), *matemáticas* (conocimiento intermedio entre lo sensible y lo inteligible) y *filosóficas* (conocimiento del mundo inteligible)⁵. Nos encontramos, como apuntan Fernández del Moral y Esteve Ramírez, ante una etapa de síntesis definida por la *paideia*, "término griego empleado para denominar a la instrucción completa y necesaria a cualquier hombre libre y que caracterizó todo el pensamiento pedagógico de Platón"⁶.

La división aristotélica

Pero fue Aristóteles (384-322, a.C.) quien finalmente reunificó todas las ciencias bajo la *filosofía*. Así todo el saber se dividió en tres filosofías o ciencias:

1. *Teóricas (theoria)*, orientadas a la contemplación de la verdad, buscan el saber por sí mismo: *metafísica* (o *filosofía primera*), *física* y *matemática*.
2. *Prácticas (praxis)*, orientadas a la dirección de la conducta, buscan el saber para lograr la perfección moral: *ética*, *política* y *economía*.
3. *Poéticas (poiesis)*, orientadas a la producción artística o técnica del hombre, buscan el saber para producir determinados objetos: *poética* y *retórica*.

Si bien los estoicos (s. IV a.C. a s. II) popularizaron la división de la filosofía en *lógica*, *física* y *ética*, fue la clasificación aristotélica la que predominó a lo largo de la Edad Media.

La ruptura sofista

La ruptura intelectual del conocimiento unitario la encabezaron los *sofistas* (s. V a.C.), con los que apareció el *primer síntoma de especialización*. A pesar de su desprestigio, se les reconoce el mérito de haber planteado el problema del conocimiento y llevado la filosofía del terreno cosmológico al antropológico. La noción occidental de educación⁷, basada en la difusión del saber, debe mucho a los sofistas⁸. Ellos diferenciaron entre *lo natural* y *lo convencional*, entre *ciencias reales* (*música*, *geometría*, *aritmética* y *astronomía*), también conocidas como las *matemathas* de los pitagóricos, y *ciencias formales* (*retórica*, *gramática* y *dialéctica*). Conscientes de un problema que abordaremos en el siguiente capítulo, Fernández

del Moral y Esteve Ramírez reflexionan en su libro sobre las consecuencias funestas de aquella clasificación:

Esa distinción sofista de ciencias formales y ciencias reales va a establecer ya para todas las épocas futuras una terrible y trágica separación. Será lo que dé lugar al trivium y al quadrivium medieval y a la fatal distinción que hoy sufrimos entre ciencias y letras. Dos mundos tan lejanos, tan incomunicados y tan ajenos uno de otro, que han supuesto la primera esquizofrenia grave del conocimiento humano.⁹

En el siguiente capítulo hablaremos del libro ya clásico de C.P. Snow *Las dos culturas*¹⁰, la expresión más influyente de la división entre las ciencias y las humanidades.

La Biblioteca de Alejandría

En el período helenístico, los primeros cuatro siglos antes de Cristo, la ciudad a la que Alejandro Magno dio su propio nombre albergó el primer Museo (que significa institución consagrada a las Musas, protectoras de las actividades intelectuales) y la famosa *Biblioteca de Alejandría*¹¹. El Museo contenía los aparatos necesarios para investigaciones médicas, biológicas y astronómicas. La Biblioteca brindaba toda la producción literaria de los griegos: reunió hasta 700.000 volúmenes (la sistematización y compilación de catálogos no debió de ser tarea fácil). Giovanni Reale y Dario Antiseri, en su *Historia del Pensamiento Filosófico y Científico*, señalan:

... nos hallamos ante un fenómeno nuevo en gran medida [la ciencia helenística], tanto en sus aspectos cualitativos como en su intensidad. Los historiadores de la ciencia han advertido con razón que la característica distintiva del fenómeno reside en el concepto de especialización. El saber se diferencia en sus distintas partes y trata de definirse en el ámbito de cada una de estas partes de manera autónoma, es decir, con una lógica propia y no como simple aplicación de la lógica del conjunto formado por las partes.¹²

1.1.2. El trivium y el quadrivium

En la época romana nos encontramos con la obra *Disciplinae (Disciplinas)*, uno de los primeros intentos de enciclopedia, del escritor latino Marco Terencio Varrón (116-27 a.C.). En ella se introducen dos nuevas ciencias: *medicina* y *arquitectura*. Marco

Vitruvio (s. I) añade otras dos: *derecho y dibujo*. A estas once ciencias se irán sumando nuevas materias, aunque ya sin una ordenación tipo y rompiéndose la unidad sistemática. Aurelio Cornelio Celso (s. I), consciente de esa especialización sin control, decide intentar una síntesis admitiendo sólo cuatro ciencias: *medicina, agronomía, arte militar y retórica*, clasificación que no prosperó.

Marciano Capella (s. V) escribe *De nuptiis Mercurii et Philologiae (Las bodas de Mercurio y la Filología)*, extraña enciclopedia donde se sistematizan las siete ciencias clásicas, que denomina las siete "artes liberales". Esta división será utilizada en el Renacimiento como vuelta a la clasificación griega.

Un siglo después, el senador romano Severino Boecio (480-524), traductor e intérprete de las obras de lógica, moral y física escritas por Aristóteles, daba a conocer a los latinos la cultura griega, influyendo así en el pensamiento y espiritualidad de la Edad Media. En su *De consolacione philosophiae (La consolación de la filosofía)*, su obra más famosa, se refiere a las ciencias que llevan a la filosofía: *aritmética, música, geometría y astronomía* (la división de los pitagóricos que aquí se agrupan con el nombre genérico de *quadrivium*). Según algunos autores fue él, y no Capella, quien clasificó el saber en las *siete artes liberales*, el compendio de enseñanzas de la antigüedad clásica inspirado en la división establecida por los sofistas en ciencias *formales y reales*.

Pero fue su amigo Aurelio Casiodoro (480-570), también ministro de Teodorico, autor de la obra *Institutiones divinarum et saecularium litterarum*, quien más influyó en la organización de los estudios en las escuelas medievales¹³. En ella bosqueja el plan de estudios liberales que deben seguir los clérigos y hace, como propusiera Capella, la siguiente distinción entre las artes:

1. *El trivium: gramática, dialéctica y retórica.*
2. *El quadrivium: aritmética, geometría, astronomía y música.*

1.1.3. Las Etimologías de San Isidoro

Así llegamos al siglo VII, con San Isidoro (h. 570-636) y su *Etimologiarum siue Originum, libri XX* (*Libro de Etimologías*¹⁴ u *Orígenes*), que fue la *primera manifestación de la especialización* del conocimiento previa a la gran síntesis teológica posterior; una enciclopedia del saber medieval que fue difundida por toda Europa hasta el Renacimiento. La obra de este teólogo y filósofo hispano, donde se encuentra reunido, ordenado (de la A a la Z) y sistematizado todo cuanto se sabía en su tiempo (se explica el contenido de diversas palabras, partiendo del significado del término), comprende 20 tomos, cuyos títulos se enumeran a continuación¹⁵:

1. *Gramática y métrica*
2. *Retórica y dialéctica*
3. *Aritmética, geometría, música y astronomía*¹⁶
4. *Medicina y bibliotecas*
5. *Cronología y leyes*
6. *Libros y oficios eclesiásticos*
7. *Dios y las jerarquías del cielo y de la tierra*
8. *La Iglesia y las herejías*
9. *Las lenguas y los pueblos, los reinos y los títulos oficiales*
10. *Etimologías de las palabras* (este capítulo da título a toda la obra)
11. *El hombre*
12. *Animales y pájaros*
13. *El mundo y sus partes*
14. *Geografía física*
15. *Caminos y edificios públicos*
16. *Piedras y metales*
17. *Agricultura*
18. *Terminología de la guerra, de la jurisprudencia y de los espectáculos públicos*
19. *Navegación, edificación e indumentaria*
20. *Instrumentos de casa, del campo y de los diversos oficios*

Con las *Etimologías*, que -no olvidemos- corresponden a la sistemática occidental, se alcanza el *grado máximo de especialización*, con gran parecido a la situación actual. Adviértase que, incluso, en los tomos 19 y 20, se introducen, por primera vez, materias tecnológicas.

En cuanto a la sistemática de las ciencias en oriente, Juan Tzetzés (s. XII), de Constantinopla, también establece una división de *siete ciencias*, y el cordobés Averroes (1126-1198), máximo exponente del pensamiento aristotélico en el mundo árabe, clasifica las ciencias en *religiosas* y *no religiosas*. La *ciencia medieval* se caracterizará precisamente por la síntesis árabe de la ciencia clásica y la oriental, como veremos en la Segunda Parte.

1.2. La síntesis teológica

San Alberto Magno (1193-1280), un hombre de ciencia enciclopédico que contribuyó a divulgar tanto la obra de Aristóteles como la cultura científica griega y árabe, fue el autor de la gran *síntesis teológica*, una síntesis entre aristotelismo y cristianismo.

Esta síntesis fue continuada por su discípulo, Santo Tomás de Aquino (1225-1274), en su *Summa theologiae*. Este filósofo distinguía entre tres tipos de conocimiento¹⁷:

- *Fe*: conocimiento de Dios por revelación.
- *Teología*: conocimiento mixto (por revelación y por razón).
- *Filosofía*: conocimiento exclusivo por la razón.

La fe y la teología se situaban por encima de la filosofía, donde las ciencias se agrupaban, según el grado de abstracción y universalidad, en tres categorías: *físicas*, *matemáticas* y *metafísicas*.

Ésta es la primera síntesis que, al supeditar la filosofía a la teología, respondía a la especialización intelectual y no a la especialización empírica, como las síntesis clásicas. Según Fernández del Moral y Esteve Ramírez, esta síntesis tiene ya un alcance popular que penetra mucho más. "Los púlpitos, como medios de comunicación, sirven de base para la extensión de esta nueva visión global, de la nueva coherencia que, por primera vez, se integra con una gran cantidad de hombres de toda clase social".¹⁸

1.2.1. El Árbol de las Ciencias

Tras la *síntesis teológica* se perdió la visión global alcanzada hasta entonces y se produjo el caos, manifiesto en la aparición de clasificaciones de las ciencias cada vez más complejas. Así, el mallorquín Ramón Llull¹⁹ (1235-1315) hizo una sistematización conceptual, abstracta y de gran complejidad en su *Árbol de las Ciencias*, diferenciando entre *principios absolutos* y *relativos*. A través del símbolo del árbol se estructuraban los conocimientos de la época en torno a los tres grandes temas del pensamiento humano: mundo, hombre y dios.

1.3. La síntesis científica

El Renacimiento será la nueva etapa de los *especialismos*, marcada históricamente por la creación de los estados modernos, los grandes descubrimientos científicos, la imprenta y el interés por el mundo antiguo²⁰. Esta etapa verá surgir una nueva síntesis de la mano de la llamada *primera revolución científica*, que se producirá tras el giro copernicano.

Tal revolución es un proceso cultural que constituye la *síntesis científica* y que supondrá el nacimiento de la *ciencia moderna*. Como apuntan Fernández del Moral y Esteve Ramírez, “la ciencia por tanto se va a convertir ya en la gran protagonista del conocimiento humano, y viene hoy manteniendo su hegemonía, porque la respuesta en el terreno de las ideas que se produjo como consecuencia de la primera revolución científica marcó la última síntesis”²¹. Esta ciencia se caracterizará por “un método experimental que exige, por una parte, la imaginación y la creación de hipótesis, y por otra, un control público de dicha imaginación.”²²

1.3.1. La primera revolución científica

El período de la llamada *primera revolución científica* abarca desde el año 1543, fecha en que fue publicado el *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (*Sobre la Revolución de las Órbitas Celestes*) de Copérnico, hasta 1687, año en que Isaac

Newton publica sus *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (*Principios Matemáticos de Filosofía Natural*).

Protagonizan esta revolución científica personajes de la astronomía, de la física y de la química, como Copérnico, Tycho Brahe, Galileo, Kepler, Newton, Lavoisier..., quienes tuvieron que vencer dos serios obstáculos: las ideas y el prestigio de Aristóteles, muy arraigados en el espíritu medieval, y el predominio de los principios sostenidos por el poder eclesiástico.

Con la revolución científica, no sólo cambia la imagen del mundo, sino también - advierten Reale y Antiseri en un complejo párrafo de enumeraciones- "las ideas sobre el hombre, sobre la ciencia, sobre el hombre de ciencia, sobre el trabajo científico y las instituciones científicas, sobre las relaciones entre ciencia y sociedad, sobre las relaciones entre ciencia y filosofía y entre saber científico y fe religiosa."²³

En el caso de Copérnico, como señala el físico Antonio Fernández-Rañada en su ensayo *Los muchos rostros de la ciencia*, "se ha dicho con razón que su libro *Sidereus nuncius* (*El mensajero celeste*), donde se recogen sus observaciones astronómicas, contiene más descubrimientos científicos por página que cualquier otro libro de ciencia jamás escrito."²⁴

1.3.2. La respuesta ideológica

La primera revolución científica fue un poderoso movimiento de ideas que tuvo su respuesta ideológica desde perspectivas diferentes con Bacon y Descartes.

La sistemática de Bacon

En la búsqueda de una síntesis cultural, el inglés Francis Bacon (1561-1626), a quien se le atribuye la frase "saber es poder", fue clave en la ruptura teológica al abandonar las sistemáticas conceptuales por las enciclopédicas (ordenando todo el conocimiento con criterios alfabéticos). En 1620, Bacon publicó el *Novum Organum*, la segunda parte de un ambicioso proyecto enciclopédico titulado *Instauratio Magna*. La primera, publicada tres años después, sería el tratado *De Dignitate et augmentis scientiarum*, traducción latina y ampliación de una obra anterior titulada *Of Providence and Advancement of Learning, Human and Divine* (*De la dignidad y*

el progreso del saber humano y divino). En ella propuso una clasificación subjetiva, en función de qué facultad humana predominara en el estudio, y ordenó las ciencias en tres ramas:

- de la imaginación o poesía (ciencias creativas): poesía, narrativa y dramática.
- de la memoria o historia (ciencias históricas): natural, sagrada y humana.
- de la razón (ciencias reales): teología, filosofía, metafísica y física.

La razón de Descartes

La respuesta ideológica a la primera revolución científica también la proporcionó el filósofo francés René Descartes (1596-1650), para quien el método (científico) era universal y para quien la fuente válida del conocimiento científico descansaba únicamente en principios de los que razonablemente no cabía dudar. "Todas las ciencias no son más que la sabiduría humana que permanece siempre una y la misma, por más diferentes que sean los objetos a que se aplica, y que sólo recibe como cambios de estos objetos la luz de todo lo que iluminan"²⁵, decía Descartes oponiéndose a la dispersión de las ciencias que se enseñaban.

En el prólogo de sus *Principia Philosophiae (Principios de Filosofía)*, Descartes mantiene que toda la filosofía es, de nuevo, como un árbol, cuyas raíces son la metafísica, el tronco es la física y las ramas que proceden de este tronco son todas las demás ciencias, que reduce principalmente a tres: medicina, mecánica y moral. La metafísica cartesiana interpretará los resultados de la ciencia de su época y ejercerá una gran influencia en la ciencia posterior.

Calificado como "padre de la filosofía moderna", Descartes marcó, según Reale y Antiseri, "un giro radical en el terreno del pensamiento, debido a la crítica a que sometió la herencia cultural, filosófica y científica de la tradición, y por los nuevos principios sobre los que edificó un tipo de saber que ya no se centraba en el ser o en Dios, sino en el hombre y en la racionalidad humana".²⁶

A Descartes le seguirá toda una corriente empirista (Hobbes, Locke, Berkeley, ...) que mantendrá una máxima común: el origen del conocimiento es la experiencia. David Hume (1711-76), estudiando el problema del saber humano y adoptando un claro

escepticismo científico, llegará a la conclusión de que es imposible un conocimiento universal de la realidad al no poder alcanzar la verdad metafísica. Según este filósofo escocés, sin este conocimiento y la exclusión de la metafísica como ciencia, la ciencia misma es imposible.

1.3.3. El espíritu de la *Enciclopedia*

La Ilustración (s. XVIII) reunirá y divulgará todos los conocimientos científicos que se tenían hasta entonces. "Es una época -explica el filósofo Julián Marías- de difusión de las ideas del período anterior. Y la difusión tiene siempre esa consecuencia: las ideas, para actuar en las masas, para transformar la superficie de la historia, necesitan trivializarse, perder su rigor y su dificultad, convertirse en una superficial imagen de sí mismas. Entonces, a cambio de dejar de ser lo que en verdad son, se extienden y las masas participan en ellas".²⁷ El órgano adecuado para la divulgación del pensamiento ilustrado y, por tanto, de la filosofía y de la ciencia, será la *Enciclopedia*.

En 1532, el escritor François Rabelais (1494-1553) había publicado su *Enkiklos paideia*, que significa en griego "instrucción en ciclos"²⁸, traducido por el autor francés como "educación total".

En 1728 apareció la *Cyclopaedia or an Universal Dictionary of Arts and Sciences* (Diccionario Universal de las Artes y las Ciencias), del inglés Ephraim Chambers (1680-1740), el primer diccionario enciclopédico que recoge la idea de Rabelais y Bacon. Simultáneamente, la Iglesia combatía con el *Diccionario de Trevoux* de los Jesuitas el laicismo intelectual que reflejaban los diccionarios enciclopédicos de la época.

Los franceses intentaron traducir la obra de Chambers (que en fechas precedió a la prestigiosa *Encyclopaedia Britannica*, cuya primera edición, en tres volúmenes, es de 1768-1771). Sin embargo, bajo la dirección de Denis Diderot (1713-84) y Jean Le Rond D'Alembert (1717-83), consiguieron hacer un nuevo diccionario enciclopédico en el que se recoge todo el saber y las nuevas ideas de la época. La obra *Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts, et des métiers* (Enciclopedia o diccionario razonado de las ciencias, artes y oficios), que se publica en 17 volúmenes entre 1751 y 1772, será la gran difusora de las ideas liberales.

En su *Discurso preliminar*, D'Alembert intentó una clasificación de las ciencias:

El orden enciclopédico de nuestros conocimientos consiste en reunirlos en el menor espacio posible y en hacer que el filósofo asuma -por así decirlo- un punto de vista por encima de este laberinto, de manera que pueda abarcar en su conjunto las ciencias y las artes principales, contemplar con una sola mirada los objetos de las especulaciones y las operaciones que puede realizar sobre dichos objetos, distinguir las ramas generales de los conocimientos humanos, sus puntos de contacto y de separación, e incluso llegar a vislumbrar los caminos ocultos que las enlazan.²⁹

En la propia voz de *enciclopedia* se dice:

El objetivo de una enciclopedia es unificar los conocimientos dispersos sobre la faz de la tierra; exponer el sistema y transmitirlo a los que vendrán después que nosotros, para que la obra de los siglos pasados no haya sido inútil para los siglos siguientes, para que nuestros descendientes, al ser más instruidos, puedan al mismo tiempo ser más virtuosos y más felices, y para que nosotros no desaparezcamos sin haber sido merecedores del género humano.³⁰

El término *enciclopedismo* hace hoy referencia al movimiento ilustrado o ideología que proclama la superioridad de la razón sobre la autoridad, la tradición y los dogmas religiosos. Ya es necesario un equipo de expertos, de especialistas.

Fernández-Rañada concluye:

... sin duda, el talante vital europeo de hoy se fraguó en el siglo XVIII, durante la Ilustración, cuando literalmente estalla la Revolución Científica... Los descubrimientos científicos y sus aplicaciones producen entonces "*una efervescencia de ideas, que se extiende en todas las direcciones, como un río que ha roto sus diques*", en palabras de uno de sus protagonistas, el matemático Jean Le Rond D'Alembert... Una manera distinta de pensar, una actitud nueva surge por toda Europa, al tiempo que la ciencia se pone de moda, porque está cambiando la vida humana de una manera antes impensable.³¹

El positivismo de Comte

Como hemos visto, en el siglo XVIII, la *ciencia* es sustituida por la *enciclopedia*, admitiendo así la imposibilidad de que un solo hombre pueda abarcar todo el conocimiento. Precediendo a la llamada "segunda revolución científica", encontramos el positivismo y al filósofo francés Auguste Comte (1798-1857). Su propuesta de clasificación de las ciencias en *abstractas* o *fundamentales (teóricas)* y *concretas* o *derivadas (prácticas)* tuvo posteriormente una gran influencia. Las ciencias del primer grupo estarían en un orden jerárquico determinado:

- matemática-astronomía
- física-química
- biología-sociología³²

En palabras de Comte:

Esta jerarquía tiene un sentido histórico y dogmático, científico y lógico. En primer lugar, es el orden en que las ciencias han ido apareciendo y, sobre todo, el orden en que han ido alcanzando su estado positivo. En segundo lugar, están ordenadas las ciencias según su extensión decreciente y su complejidad creciente. En tercer lugar, según su independencia; cada una necesita a las anteriores y es necesaria a las siguientes. Por último, aparecen agrupadas en tres grupos de dos, con afinidades especiales entre sí.³³

Señala Robert Blanché: "... a partir de Comte y con los acelerados progresos de la ciencia, cada una de las ciencias fundamentales se divide a su vez en disciplinas particulares, entre las que se distribuyen los sabios al especializarse en ellas. Pero precisamente para remediar esta constante dispersión, se aspira a cierta unificación, y no, como lo creía Comte, a través de la institución de un cuerpo de especialistas de generalidades científicas, sino a través de la unificación interna de cada una de las grandes disciplinas".³⁴

Ya no hay sabios, sino científicos, como se recogía en la siguiente información del diario *Le Monde*:

No hay hombres que, por ejemplo, conozcan toda la física de su tiempo, como era el caso de Langevin, Cotton y Debye, ni incluso hombres que conozcan una rama importante, digamos la física nuclear, como Rutherford y Joliot. Si se concede el título de sabios a los hombres que tengan una visión general de una determinada disciplina, debe reconocerse que ya no hay sabios y que sólo quedan científicos". Magat, M., en *Le Monde*, 12 mayo 1971.³⁵

1.3.4. Otras clasificaciones de las ciencias

Durante la síntesis científica, "ninguna clasificación de las ciencias se impuso"³⁶, advierten Fernández del Moral y Esteve Ramírez. "Las universidades ya habían desarrollado notablemente su acción en la hegemonía del saber, y la clasificación de los conocimientos por áreas de saber, facultades y cátedras, se fue imponiendo".³⁷

Aun así, estos autores destacan los intentos de clasificación del francés Andrés Ampère (1755-1836) en *ciencias del universo* o *cosmológicas (kosmos)* y *ciencias del pensamiento* o *noológicas (nous)*. Estos dos reinos se subdividían en 4 subreinos, 8 ramas, 16 subramas, 32 ciencias de primer orden, 64 de segundo y 128 de tercero,

También debemos mencionar la clasificación del inglés Herbert Spencer (1820-1903) en *ciencias abstractas* (lógica y matemáticas), *ciencias abstracto-concretas* (mecánica, física, química,...) y *ciencias concretas* (astronomía, geología, biología, psicología, sociología,...). De este último destacamos que en 1860 anunció un proyecto de *Sistema de filosofía* que debía abarcar todo lo que pudiese saberse. De tal sistema fijó los *First Principles* (Los primeros principios³⁸) en un volumen que apareció en 1862 y que constituyó la última gran síntesis del conocimiento humano. En él define filosofía como "el conocimiento con el grado más elevado de generalidad" y, por tanto, la ciencia de los primeros principios, donde se lleva hasta su último extremo el proceso de unificación del conocimiento.

Spencer introdujo por primera vez en 1857, en un artículo sobre el progreso, el término *evolución*³⁹, dentro del lenguaje filosófico-científico y referido a la evolución del Universo. Charles Darwin, dos años después, hizo famoso dicho término a través de su libro sobre la evolución de las especies mediante la selección natural.

1.4. La nueva síntesis

A diferencia de la primera revolución científica, que tuvo una inmediata respuesta ideológica por parte de los filósofos de su tiempo, la llamada *segunda revolución científica*, de la que hablaremos a continuación, no parece haber encontrado respuesta en el terreno de las ideas y, por consiguiente, aún no es conocida por la sociedad. Las razones señalan el alto grado de especialización alcanzado, lo que lleva a una creciente incomunicación entre los científicos mismos y, por supuesto, entre los científicos y la sociedad. Esto convierte en necesaria y urgente una nueva síntesis cultural.

Alvin Toffler también lo advertía en *La Tercera Ola*:

Tengo la convicción de que nos encontramos en la actualidad al borde de una nueva Era de síntesis. En todos los campos intelectuales, desde las ciencias puras hasta la sociología, la psicología y la economía -especialmente la economía-, es probable que presenciemos un retorno al pensamiento a gran escala, a la teoría general, al ensamblamiento de piezas ahora dispersas. Pues estamos empezando a comprender que nuestro obsesivo énfasis sobre el detalle cuantificado sin atención al contexto, sobre la medición progresivamente más precisa de problemas progresivamente más pequeños, no hace sino dejarnos sabiendo cada vez más cosas sobre cada vez menos cosas⁴⁰.

Como agravante de esta situación presíntesis diremos, además, que no está muy lejos la *tercera revolución científica*, la cual "se derivará de las actuales investigaciones en el campo de la biología molecular, biotecnología e ingeniería genética", como pronosticaba ya en 1988 el periodista Vladimir de Semir, entonces coordinador del suplemento de ciencia de *La Vanguardia*.⁴¹

1.4.1. La segunda revolución científica

En la primera mitad del siglo XX se produjo una *segunda revolución científica*. En la *ciencia contemporánea* habían irrumpido la física conceptual, la astrofísica, la química experimental, la biología evolucionista y las ciencias del hombre. Einstein formulaba la teoría de la relatividad general; Hubble descubría que el Universo entero estaba en expansión; Planck fundaba la mecánica cuántica; Heisenberg, Schrödinger, De Broglie y Dirac establecían los pilares de la mecánica ondulatoria; y Hahn, Fermi y Oppenheimer sentaban las bases de la física nuclear. La nueva ciencia volvía a enfrentar al hombre con cuestiones metafísicas.

Pero como advierten Fernández del Moral y Esteve Ramírez, la respuesta de los filósofos a todas estas convulsiones científicas no ha llegado todavía. "La segunda revolución científica sigue inédita para la gran mayoría de los hombres de hoy, y desde luego para nuestra sociedad."⁴² Esta falta de respuesta claramente se debe al hecho de que es cada vez más difícil asimilar los avances científicos por la dificultad de las ideas involucradas. Los efectos culturales y sociales de los avances de la ciencia hoy en día obran más por ósmosis que por olas.

En cualquier caso, la nueva síntesis deberá apoyarse indefectiblemente en la educación y en los medios de comunicación como elementos que más van a influir en la visión que la sociedad tenga de la ciencia en el futuro.

1.4.2. La nueva filosofía de la ciencia

A falta de una respuesta ideológica a la *segunda revolución científica*, nos referiremos a continuación a las aproximaciones -diferentes todas ellas- que a propósito de estas revoluciones y del método científico han hecho algunos filósofos e historiadores de la ciencia contemporáneos, como Koyré, Popper, Kuhn y Feyerabend.

El contexto intelectual de Koyré

El filósofo ruso nacionalizado francés Alexandre Koyré (1892-1964) relacionó las teorías científicas con su contexto intelectual. Según él, "las grandes revoluciones científicas del siglo XX -así como las del XVII y del XIX- si bien se fundaron como es natural en el descubrimiento de hechos nuevos -o en la imposibilidad de verificarlos-, fundamentalmente son revoluciones *teóricas* cuyo resultado no fue una mejor interrelación entre los 'datos de la experiencia', sino la adquisición de una nueva concepción de la realidad profunda que subyace a esos 'datos'".⁴³

En la reunión de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia celebrada en Boston en 1945, Koyré dijo:

Las razones por, o contra la aceptación de ciertas teorías científicas no se reducen siempre a la consideración del valor *técnico* de la teoría en cuestión, es decir a su capacidad de darnos una explicación coherente de los fenómenos que ella trata, sino que depende, a menudo, de otros muchos factores... la historia del pensamiento científico nos enseña:

1. Que el pensamiento científico jamás ha estado enteramente separado del pensamiento filosófico;
2. Que las grandes revoluciones científicas siempre han sido determinadas por alteraciones o cambios de concepciones filosóficas;
3. Que el pensamiento científico -me refiero a las ciencias físicas- no se desarrolla *in vacuo*, sino que siempre se encuentra en el interior de un marco de ideas, de principios fundamentales, de evidencias axiomáticas que han sido habitualmente consideradas como parte integrante de la filosofía.⁴⁴

La falsación de Popper

En 1994, treinta años después de la muerte de Koyré, leíamos en la prensa la muerte de Karl Popper, y en 1996, la de Thomas Kuhn. Con la desaparición de estos filósofos de la ciencia quizá se hayan desvanecido algunos intentos de dar una respuesta ideológica a la segunda revolución científica.

El filósofo británico de origen austríaco Karl Popper (1902-1994), en su obra *La Lógica del descubrimiento científico* (1934), mantenía que un sistema sólo es científico si puede ser verificado empíricamente, refutado por la experiencia. Introducía así el término *falsabilidad* o *falsación*, entendida como posibilidad de demostrar la falsedad por la experiencia. En su otra obra *La sociedad abierta y sus enemigos* (1945) afirmaba que lo que define a la ciencia (en especial a las ciencias físicas) es su capacidad para refutar las teorías incorrectas, es decir, aquellas que carecen de precisión; también consideraba la astrología, el marxismo y el psicoanálisis como supersticiones intelectuales, porque era imposible verificarlas.

Los paradigmas de Kuhn

Para el estadounidense Thomas S. Kuhn (1922-1996), la ciencia sufre profundas convulsiones y rupturas, llamadas *revoluciones*. La historia de la ciencia es, según Kuhn, indispensable tanto para entender el desarrollo de la teoría científica como para determinar el motivo de la prevalencia de unas teorías sobre otras. Su gran obra, titulada *La estructura de las revoluciones científicas* (1962), fue concebida curiosamente como un ensayo para una enciclopedia de la ciencia unificada.

Kuhn mantenía que cada revolución científica modifica la perspectiva histórica de la comunidad que la experimenta, cambio de perspectiva o ruptura de la tradición que afecta a la estructura de los libros de texto y a las publicaciones de investigación.

Los episodios famosos del desarrollo científico asociados con los nombres de Copérnico, Newton, Lavoisier y Einstein constituyen, según Kuhn, claros ejemplos de *revoluciones científicas*:

Cada una de ellas necesitaba el rechazo, por parte de la comunidad, de una teoría científica antes reconocida, para adoptar otra incompatible con ella. Cada una de ellas producía un cambio consiguiente en los problemas disponibles para el análisis científico y en las normas por las que la profesión determinaba qué debería considerarse como problema admisible o como solución legítima de un problema. Y cada una de ellas transformaba la imaginación científica en modos que, eventualmente, deberemos describir como una transformación del mundo en que se llevaba a cabo el trabajo científico. Esos cambios, junto con las controversias que los acompañan casi siempre, son las características que definen las revoluciones científicas.⁴⁵

Para explicar estas revoluciones, Kuhn se sirvió del término *paradigmas*, que definió como “realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica”.⁴⁶ Las *revoluciones científicas* son entonces “aquellos episodios de desarrollo no acumulativo en que un antiguo paradigma es reemplazado, completamente o en parte, por otro nuevo e incompatible”⁴⁷.

Pero ¿por qué debe llamarse *revolución* a un cambio de *paradigma*? Kuhn contesta que, a pesar de las diferencias esenciales entre lo político y lo científico, existe un paralelismo que justifica la metáfora. Tanto las revoluciones políticas como las científicas se inician por un sentimiento de que las instituciones o los paradigmas, según el caso, existentes han dejado de resultar satisfactorias para resolver los problemas, y en ambos casos se abre un debate sobre alternativas incompatibles: lo tradicional frente a lo nuevo y revolucionario. En este contexto entra en juego el argumento de la persuasión.

En la actualidad, un cambio de paradigma científico es inevitablemente noticia en los medios de comunicación. Así, por ejemplo, tras el descubrimiento de planetas fuera de nuestro Sistema Solar, la idea de que somos únicos en el Universo ha dejado de ser un *paradigma* válido⁴⁸, como antaño sucedió con el geocentrismo.

El término *paradigma*, de uso tan indiscriminado hoy en día, contribuyó después a las críticas surgidas en torno a las ideas de este filósofo de la ciencia. Así lo recoge su colega Luis Meana, en el perfil de Kuhn publicado con motivo de su fallecimiento:

La palabra mágica que abrió todo ese cambio se bautizó, por casualidades de la fortuna, tras las cuales estaba, probablemente, la lectura de Wittgenstein, con el bello nombre de *paradigma*, un vocablo que se convirtió en el concepto de la época. Kuhn pasó a ser el inventor y defensor de los paradigmas. Cosa que pesaría sobre él como una condena hasta el día de su muerte, tanto que, en sus últimos trabajos de los noventa, hasta renegaba del término: “A veces, he hablado de una base hermenéutica para la ciencia de un período concreto, cosa en la que se puede advertir un parecido considerable con aquello que llamé, en cierta ocasión, un paradigma. Raramente uso ahora esa palabra, por haber perdido totalmente el control sobre ella”.⁴⁹

Kuhn mantuvo que la ciencia actual (y sus mecanismos) ya no es comparable con la ciencia tal y como funcionaba en siglos anteriores.

La antigua historia de la ciencia ... ponía de manifiesto la irrevocable marcha de la humanidad hacia la verdad objetiva, el triunfo inevitable de la razón y del método sobre la ignorancia y la superstición. En aquellas épocas uno sabía cómo funcionaba la ciencia y qué era el progreso científico. Evidentemente tal visión ya no es sostenible ni remotamente.⁵⁰

Dos son las razones de ello, según este filósofo:

La historia de las ideas científicas ha demostrado que la nueva ciencia surge no del error o de la superstición sino de la ciencia antigua, produciéndose una transformación de los conceptos fundamentales para el trabajo científico a medida que la transición tiene lugar. Simultáneamente, la historia social e institucional de la ciencia ha probado que para llegar a comprender la forma y la dirección del progreso científico, es necesario algo más que la interacción entre la observación y la razón.⁵¹

Y añade Kuhn de forma concluyente: "ya no tenemos conceptos válidos sobre cómo actúa la ciencia o qué es el progreso científico".⁵²

A pesar del pesimismo de Kuhn, su teoría de la evolución de la ciencia sigue siendo la mejor. Con la cantidad abrumadora de datos y resultados científicos de hoy en día es difícil ver esta evolución hacia el progreso y también es cierto que no es fácil identificar una revolución hasta que no concluye. Pero sin duda, hoy en día sigue rigiendo el *paradigma* de Kuhn.

El anarquismo de Feyerabend

"Anything goes!" (¡todo vale!), decía este filósofo vienés. Con una tesis que constituye el llamado *anarquismo epistemológico*, Paul K. Feyerabend (n. 1924) aparece en la escena de la nueva filosofía de la ciencia. En su libro *Contra el método* (1975) sostiene que no existe una sola norma, por fundamental o necesaria que resulte para la ciencia, "que no haya sido violada en alguna circunstancia" y añade que tales violaciones "no son acontecimientos accidentales, y tampoco son el resultado de un saber insuficiente o de faltas de atención que hayan podido evitarse", sino que, por el contrario, "dichas violaciones son necesarias para el avance científico"⁵³. También en su libro *La ciencia en una sociedad libre* (1978), Feyerabend se declara en contra de la postura autoritaria y totalitaria de la ideología científica.

Al negar la ciencia y su metodología como única y exclusiva forma de conocimiento, Feyerabend se declara en contra del saber del experto o especialista y de la jerga

que le es propia. "Es el experto aquél que no por dedicar toda su vida a una especialización, sino por hacer de su especialización un mito o galardón público, tecnifica el saber a través de un lenguaje complicado, feo, inaccesible" e insiste en que "la separación de ciencia y no ciencia no sólo es artificial, sino que va en perjuicio del avance del conocimiento"⁵⁴.

1.4.3. La entropía y los ciclos del conocimiento

Para contribuir a una mayor comprensión de los ciclos de especialización y síntesis en la historia del conocimiento (y averiguar en qué fase nos encontramos actualmente), hemos considerado útil la idea de Fernández del Moral y Esteve Ramírez de introducir el concepto de *entropía*, la magnitud termodinámica que mide el grado de desorden de un sistema y que se incrementa en los procesos irreversibles.

Traducido a nuestro contexto, la entropía es máxima en aquellos períodos de especialización, identificados con el máximo desorden, mientras que alcanza el valor cero en los períodos de síntesis, que corresponden al máximo orden. En este recorrido cíclico de los procesos de especialización y de síntesis del conocimiento encontramos que las tres ocasiones de entropía igual a cero o de máximo orden coinciden con las tres síntesis culturales que han tenido lugar: filosófica, teológica y científica. El tiempo que transcurre entre la síntesis científica y la síntesis teológica es menor que el tiempo entre la síntesis teológica y la filosófica. Por otro lado, los tiempos de síntesis son más breves que los tiempos de especialización. Actualmente nos encontramos a la espera de una nueva síntesis.⁵⁵ La sociedad deberá contrarrestar con información el crecimiento de la entropía.⁵⁶

1.4.4. La espiral de la incomunicación

En una disciplina como la astronomía, por ejemplo, hoy son tantos los campos y especialidades atendiendo no sólo a los posibles objetos de estudio, sino también a las técnicas de uso, que el entendimiento entre ellos es cada vez más difícil. Un astrónomo experto en una etapa cosmológica como la inflación ignorará seguramente los últimos avances científicos sobre campos magnéticos en la superficie del Sol, y un físico solar que trabaje en heliosismología desconocerá los

últimos descubrimientos en radioastronomía de cuásares lejanos. También es verdad que nada le impide a un astrónomo leer obras de divulgación, aunque le será imposible entender todo un número de la revista especializada *The Astrophysical Journal* o de la multidisciplinar *Nature* sobre esos temas.

Pero incluso éstos son ejemplos que, aunque puedan parecer extremos, no llegan a reflejar ni con mucho el grado de especialización presente en la actualidad, que sí ponen claramente de manifiesto los títulos de la mayoría de las comunicaciones y publicaciones científicas.

Somos conscientes de que el avance científico, a causa de la *especialización* en la que paradójicamente se basa, peligra de forma irremediable. “Las especialidades se vuelven a dividir en subespecialidades -señalan Fernández del Moral y Esteve Ramírez-, y así vamos entrando en una espiral de incomunicación, de *babelización*, al ir creando cada nueva especialidad su propia terminología, de esterilidad a la larga.”⁵⁷ Y añaden estos autores:

Los científicos han ido experimentando a lo largo de este siglo una desconexión creciente; esta desconexión se estableció en primer lugar con la sociedad, a medida que su conocimiento y su profundización aumentaban; pero esta desconexión, que, siendo peligrosa, no era excesivamente notada por el hombre de ciencia a fuerza de embeberse en su micromedio, se fue haciendo cada vez más honda al seguir creciendo la ciencia en complejidad y ahondar cada vez más en la especialización, de modo que pronto el científico que cultivaba una parcela determinada empezó a distanciarse de los cultivadores de otras ciencias, perdiendo así la visión de conjunto, que tantos frutos dio al comienzo de la primera revolución.⁵⁸

De la situación actual son conscientes hasta los propios científicos, como lo demuestra esta cita de Schrödinger:

... la propagación, tanto en profundidad como en amplitud, de las simples ramas del conocimiento humano durante los últimos cien años nos ha enfrentado con un singular dilema. Por un lado sentimos con claridad que sólo ahora estamos empezando a adquirir material de confianza para lograr soldar en un todo indiviso la suma de los conocimientos actuales. Pero, por el otro, se ha hecho poco menos que imposible para un solo cerebro dominar completamente más que una pequeña parte especializada del mismo (Schrödinger, 1985, p. 13).⁵⁹

Pero además, “aun con ser la especialización la característica ineludible del conocimiento científico en los últimos años -señala Amat-, también es evidente la

interdisciplinariedad científica que afecta a todos los campos del saber. Los conocimientos tienden a unificarse para acercarse a aquel primer aspecto universal de la ciencia asumido en la Antigüedad".⁶⁰

El problema de la incomunicación sólo se resolverá cuando se alcance la síntesis cultural y la ciencia salga de su aislamiento. El físico J. Doyne Farmer es consciente de esta situación:

Uno de los mayores problemas para la sociedad en general es la síntesis del conocimiento. La sociedad es un organismo muy complejo, y la necesidad de una especialización creciente ha conducido a la creación de enormes barreras de información. Newton publicó en las *Philosophical Transactions of the Royal Society*, y aún en el siglo XIX los físicos seguían publicando en revistas cuyos títulos incluían la palabra *filosofía*, sin que hubiese una distinción clara. Los físicos eran filósofos naturales. A lo largo del siglo XX la ciencia se ha ido separando cada vez más.⁶¹

También Bertrand Russell se plantea el problema de la incomunicación en nuestra cultura, que atribuye a la especialización y a la desaparición del latín como idioma común de los eruditos, pensadores y científicos⁶². Fernández del Moral y Esteve Ramírez añaden:

La síntesis cultural es así inviable. Para algunos, el inglés podría ser un idioma nuevo que sustituyera al latín para los científicos, pero el inglés no une culturalmente, el grado de incomunicación sobrepasa el límite de lo puramente idiomático. Y así como la separación entre el *trivium* y el *quadrivium* no fue dramática gracias al latín, la ruptura entre las dos culturas actuales, la científica y la humanística, puede llegar a serlo si no se establece ese *idioma* común que consiga no sólo un nuevo lenguaje, sino un sustrato cultural común para la síntesis, a través de la Teoría General de la Información, la Informática, la Cibernética, la Teoría General de Sistemas y, por último, el Proceso de Comunicación a nivel de masas.⁶³

Coincidimos con estos autores en que la nueva síntesis no será una nueva síntesis científica y que, reforzando además el sistema educativo, los medios de comunicación se convertirán en "los nuevos pulpitos", como en la síntesis teológica, es decir, "los puntos activos donde se produzca realmente esa síntesis cultural hacia las masas."⁶⁴

NOTAS

- ¹ **FERNÁNDEZ DEL MORAL, Javier, y ESTEVE RAMÍREZ, Francisco.** *Fundamentos de la Información Periodística Especializada*. Editorial Síntesis (Periodismo). Madrid, 1993.
- ² **RUSSELL, Bertrand.** *Historia de la Filosofía Occidental*. (History of Western Philosophy). Trad. por Julio Gómez de la Serna y Antonio Dorta. Espasa Calpe (Colección Austral). Madrid, 1995, 6ª edición (e.o. 1947). Tomo I. La Filosofía Antigua. La Filosofía Católica. Pág. 41.
- ³ **AMAT, Nuria.** *De la información al saber*. Fundesco. Madrid, 1990. Pág. 32.
- ⁴ Para Pitágoras, todo está determinado por el número, y el número es orden, luego el conjunto de todas las cosas (el universo) es orden.
- ⁵ **FERNÁNDEZ DEL MORAL y ESTEVE RAMÍREZ, op. cit.** Pág. 30.
- ⁶ *Ibidem*. Pág. 30.
- ⁷ Los sofistas eran pedagogos ambulantes que enseñaban por dinero. Platón los tildó de “comerciantes de conocimientos intelectuales”. Etimológicamente, *sofista* es aquel que hace profesión de enseñar la sabiduría y la elocuencia.
- ⁸ **REALE, Giovanni, y ANTISERI, Dario.** *Historia del Pensamiento Filosófico y Científico* (Il pensiero occidentale dalle origini ad oggi). Editorial Herder. Barcelona, 1991, 2ª edición. Tomo I: Antigüedad y Edad Media. Pág. 76.
- ⁹ **FERNÁNDEZ DEL MORAL y ESTEVE RAMÍREZ, op. cit.** Pág. 31.
- ¹⁰ **SNOW, C.P.** *The Two Cultures*. Cambridge University Press. Cambridge, 1959.
- ¹¹ Aunque hay diferentes hipótesis según los autores, la mayor parte de los fondos de la Biblioteca de Alejandría ardió en el año 48 a.C. tras el asedio de la escuadra egipcia a las tropas de Julio César (aunque posteriormente Octavio regaló a Cleopatra 200.000 volúmenes en pergaminos como compensación del incendio). El resto fue destruido como resultado de la violenta reacción popular tras un edicto de Teodosio I en el 391 d.C., ordenando la destrucción de los templos paganos. La Biblioteca desapareció totalmente en el año 641 d.C. a manos de los sarracenos en tiempos del califa Omar. Fuente: *Enciclopedia Universal Ilustrada (Europea-Americana)*. Espasa-Calpe Editores. Madrid, 1988 (e.o. 1926).
- ¹² **REALE y ANTISERI, op. cit.** Tomo I: Antigüedad y Edad Media. Págs. 264-265.
- ¹³ *Ibidem*. Pág. 414.
- ¹⁴ *Etimología* es la ciencia cuyo objeto de estudio es el origen de las palabras de una lengua, buscando en cada caso su ascendencia y evolución concretas.
- ¹⁵ Adaptado de *Isidori opera omnia*. Editor: Bartolomé Ulloa, 1778.
- ¹⁶ El título original dice “De las cuatro disciplinas matemáticas”. San Isidoro fue el primero en establecer diferencias entre *astronomía* y *astrología*.
- ¹⁷ Recogido en **FERNÁNDEZ DEL MORAL y ESTEVE RAMÍREZ, op. cit.** Pág. 34-35.
- ¹⁸ *Ibidem*. Pág. 34.
- ¹⁹ También conocido como Raimundo Lulio, en su forma latinizada y de acuerdo con su legendaria historia como clérigo calavera redimido.
- ²⁰ **FERNÁNDEZ DEL MORAL y ESTEVE RAMÍREZ, op. cit.** Pág. 38.
- ²¹ *Ibidem*. Pág. 38.
- ²² **REALE y ANTISERI, op. cit.** Tomo II: Del Humanismo a Kant. Pág. 173.
- ²³ *Ibidem*. Pág. 171.
- ²⁴ **FERNÁNDEZ-RAÑADA, Antonio.** *Los muchos rostros de la ciencia*. Premio Internacional de Ensayos Jovellanos 1995. Ediciones Nobel. Oviedo, 1995. Pág. 61.
- ²⁵ Recogido en **BLANCHÉ, Robert.** *La epistemología*. (L'Épistémologie). Trad. por A. Giralt Pont. Oikos-tau, s.a. ediciones (Colección ¿qué sé?). Barcelona, 1973. Pág. 55
- ²⁶ **REALE y ANTISERI, op. cit.** Tomo II: Del Humanismo a Kant. Pág. 308.
- ²⁷ **MARÍAS, Julián.** *Historia de la Filosofía*. Revista de Occidente. Madrid, 1983, 34ª edición. Pág. 253.
- ²⁸ *Paideia* era la educación que se daba a los griegos para que tuvieran un conocimiento global de las ciencias.
- ²⁹ Recogido en **REALE y ANTISERI, op. cit.** Tomo II: Del Humanismo a Kant. Pág. 588.
- ³⁰ *Ibidem*.
- ³¹ **FERNÁNDEZ-RAÑADA, op. cit.** Pág. 166.
- ³² El término *sociología* fue acuñado por el propio Comte.
- ³³ **MARÍAS, op. cit.** Pág. 342.
- ³⁴ **BLANCHÉ, op. cit.** Págs. 56-57.
- ³⁵ *Ibidem*.
- ³⁶ **FERNÁNDEZ DEL MORAL y ESTEVE RAMÍREZ, op. cit.** Pág. 43.
- ³⁷ *Ibidem*. Pág. 43.
- ³⁸ Estos principios son: la indestructibilidad de la materia, la continuidad del movimiento y la persistencia de la fuerza. Recogido en **REALE y ANTISERI, op. cit.** Tomo III: Del romanticismo hasta hoy. Pág. 299.
- ³⁹ *Ibidem*. Pág. 301.
- ⁴⁰ **TOFFLER, Alvin.** *La tercera ola*. (The Third Wave). Trad. por Adolfo Martín. Plaza & Janés. Barcelona, junio de 1991, 6ª edición (e.o. 1980). Pág. 158.
- ⁴¹ **SEMIR, Vladimir de.** “¿Moda o necesidad? La información científica a debate” en *Política Científica*. Octubre de 1988. N. 14. Págs. 63-66.
- ⁴² **FERNÁNDEZ DEL MORAL y ESTEVE RAMÍREZ, op. cit.** Pág. 45.
- ⁴³ **TATON, René.** “Las biografías científicas y su importancia en la historia de las ciencias”, en la obra colectiva *Historias de las Ciencias*. Coordinadores: Antonio Lafuente y Juan J. Saldaña. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Colección Nuevas Tendencias). Madrid, 1987. Vol. 5. Pág. 75.
- ⁴⁴ **REDONDI, Pietro.** “El oficio del historiador de las ciencias y de las técnicas”, en la obra colectiva *Historias de las Ciencias... op. cit.* Pág. 98.

- ⁴⁵ **KUHN, Thomas S.** *La estructura de las revoluciones científicas* (The Structure of Scientific Revolutions). Trad. Por Agustín Contin. Breviarios del Fondo de Cultura Económica. Madrid, 1975 (e.o. 1962). Pág. 28.
- ⁴⁶ *Ibidem.* Pág. 13.
- ⁴⁷ *Ibidem.* Pág. 149.
- ⁴⁸ Idea sugerida por el astrofísico del IAC Antonio Mampaso en el curso “Cosmosomas, enanas marrones, exoplanetas, púlsares binarios y otros descubrimientos astronómicos recientes”, organizado por el IAC y la UIMP en Santander, del 26 al 30 de agosto de 1996.
- ⁴⁹ **MEANA, Luis.** “La Minirrevolución de Thomas Kuhn”, en *El País*, 13/7/96.
- ⁵⁰ **KUHN, Thomas S.** “Las historias de la ciencia: Mundos diferentes para públicos distintos”, en la obra colectiva *Historias de las Ciencias... op. cit.* Pág 10.
- ⁵¹ *Ibidem.*
- ⁵² *Ibidem.* Pág. 11.
- ⁵³ Recogido en **REALE y ANTISERI, op. cit.** Tomo III: “Del romanticismo hasta hoy”. Pág. 915.
- ⁵⁴ Recogido en **AMAT, op. cit.** Págs. 98-99 y 45, respectivamente.
- ⁵⁵ **FERNÁNDEZ DEL MORAL y ESTEVE RAMÍREZ, op. cit.** Pág. 15.
- ⁵⁶ Véase **ENEBRAL CASARES, Fernando.** *La información interactiva en Gabinetes de Comunicación.* Tesis doctoral dirigida por Javier Fernández del Moral. Facultad de Ciencias de la Información. Madrid, julio de 1992. Pág. 113.
- ⁵⁷ *Ibidem.* Pág. 44.
- ⁵⁸ *Ibidem.*
- ⁵⁹ En **AMAT, op. cit.** Págs. 38-39.
- ⁶⁰ *Ibidem.*
- ⁶¹ Declaraciones de J. Doyne Farmer en **BROCKMAN, John.** *La tercera cultura. Más allá de la revolución científica.* (The Third Culture. Beyond the Scientific Revolution). Trad. por Ambrosio García. Tusquets Editores. Barcelona, marzo de 1996, 1ª edición. Pág. 24.
- ⁶² Recogido en **FERNÁNDEZ DEL MORAL, Javier.** *Modelos de comunicación científica para una información periodística especializada.* Editorial Dossat. Madrid, 1983. Pág. 26.
- ⁶³ *Ibidem.*
- ⁶⁴ *Ibidem.* Pág. 46.

2. LA CULTURA CIENTÍFICA Y SU DIVULGACIÓN

¿Qué tipo de cultura científica y tecnológica heredará el siglo XXI? Responder a esta pregunta fue el objetivo planteado en un congreso internacional celebrado en Montreal en abril de 1994 que llevaba por título "Cuando la ciencia se hace cultura"¹. El subtítulo añadía: "En el corazón del actual debate y discusión sobre las nuevas formas de concebir el desarrollo de la cultura científica y tecnológica", considerada un factor estratégico para la integración social en una sociedad compleja y económicamente competitiva.

Suponemos que los organizadores de este congreso no se cuestionaron previamente si la ciencia puede y debe llevar la etiqueta de "cultura" o si es una actividad sin dimensión cultural. Sin embargo, observamos que esta disyuntiva -absurda, para muchos- sigue polarizando aún cierta polémica social. (El último seminario del que tenemos noticia, de finales de octubre de 1998, llevaba por título "Ideas para una cultura científica", organizado por el Museo de la Ciencia de Barcelona, y analizaba la exclusión de las ciencias de la cultura general).

En palabras de Ricardo Díez Hochleitner, Presidente del Club de Roma, "el proceso globalizador de la cultura está aún dramáticamente falto de la necesaria visión y práctica integradora de las ciencias con las humanidades, junto con un enfoque más universal".² Se vive aún una situación de "guerra fría" entre estos dos bandos, utilizando la expresión del escritor y divulgador científico Arthur Koestler³.

La defensa que aquí haremos, apoyándonos en varios autores, de la cultura científica y técnica no debe interpretarse en detrimento de la artística y literaria. Muy al contrario, queremos dejar claro desde el principio que defendemos una cultura única global, en la que también esté presente la cultura clásica.

Nos adherimos al *Manifiesto de Delfos*, firmado por profesores españoles en esta ciudad griega, al pie del santuario de Apolo, en julio de 1996, en defensa de la cultura clásica frente a la reforma que reduce el tiempo de esta formación en las aulas de secundaria.

Nos adherimos igualmente al *Manifiesto de El Escorial* sobre la ciencia española, firmado por científicos en agosto de 1996, en el cual se pedía que la ciencia se considerara una cuestión de Estado, además de un grave problema cultural. "Creemos que insertar efectivamente la ciencia en nuestro mundo cultural es una necesidad histórica que debe considerarse como el gran reto español del momento", decían los firmantes de este manifiesto.

Por último, suscribimos el *Manifiesto de Valencia*, surgido del V Congreso Iberoamericano de Periodismo Científico celebrado en esta ciudad, en noviembre de 1990, uno de cuyos principios resume nuestra postura: "Reiteramos el concepto, de creciente vigencia universal, de que existe una sola cultura, en la que se integran conocimientos artístico-literarios y científico-técnicos."⁴

Al sostener aquí, sin concesiones, que la ciencia es parte de la cultura, estamos abogando por su divulgación, realmente necesaria a nuestro juicio para que se produzca un mayor acercamiento entre ciencia y sociedad. El propio Albert Einstein resaltó la importancia de que se dé al público en general la oportunidad de conocer los esfuerzos y los resultados de la investigación científica. En 1950 escribió:

No basta con que los resultados de las investigaciones sean conocidos, elaborados y aplicados por unos cuantos especialistas. Si los conocimientos científicos se limitan a un pequeño grupo de hombres, se debilita la mentalidad filosófica de un pueblo, que camina así a su empobrecimiento espiritual.⁵

También Stephen W. Hawking, en su discurso de recepción del Premio Príncipe de Asturias de la Concordia 1989, apuntó esta necesidad:

En una sociedad democrática, los ciudadanos necesitan tener unos conocimientos básicos de las cuestiones científicas, de modo que puedan tomar decisiones informadas y no depender únicamente de los expertos.⁶

Pero los impedimentos que han existido a lo largo de la historia para que la ciencia abandonara la famosa *torre de marfil* encuentran eco en algunas actitudes y prejuicios actuales que dificultan dicha tarea de difusión cultural.

A continuación intentaremos dar respuestas a algunas preguntas que creemos fundamentales, como ¿quién debe divulgar la ciencia?, ¿qué público es diana de esa divulgación?, ¿qué consecuencias se derivan de que se divulgue o no? o ¿con qué problemas tropieza la divulgación?

Para combatir ciertas ideas equivocadas sobre la ciencia, al final de este capítulo se sugieren algunas estrategias de divulgación, a las que no son ajenos los medios de comunicación, para que la sociedad del futuro pueda consultar democráticamente los temas científicos.

2.1. En busca de una definición de *cultura*

Desde lo simple a lo complejo, la *cultura* está presente en nuestras vidas, en nuestras conversaciones, escrita con mayúscula y con minúscula, sola o acompañada. Para entender el problema que planteamos en el título de este capítulo -"la cultura científica y su divulgación"- debemos previamente aproximarnos a una definición adecuada de *cultura*. Pero antes de enfrentarnos al concepto, abordaremos la etimología del término de la mano del filósofo Jesús Mosterín⁷, quien se refiere ampliamente a ella en su libro *Filosofía de la cultura*.

2.1.1. La cultura y su etimología

El término en sí procede de la palabra latina *cultum*, la forma de supino del verbo latino *colere*, que significa "cultivar". Originariamente, por tanto, *cultura* quería decir "agricultura", las diversas formas de cultivar el campo. El adjetivo latino *cultus* significaba "cultivado", siempre en el sentido agrario, aunque con el tiempo adquirió el matiz de "cuidado" (el campo se cuida constantemente) y generó la acepción religiosa de "culto" (acciones de los sacerdotes para el cuidado de los dioses).

"Posteriormente -explica Mosterín- se abrió paso la metáfora que compara el espíritu de un hombre rudo con un campo sin cultivar, y su educación con el cultivo de ese campo, y se empezó a hablar de *cultura animi*, cultivo del alma"⁸. La metáfora se extendió al lenguaje en el Siglo de Oro español: "Quienes hablaban o escribían con

un estilo especialmente cultivado (o rebuscado) se llamaban a sí mismos *cultos*. Sus detractores los llamaban *culteranos*, que sonaba a luteranos”?

En el siglo XIX, *cultura* se asociaba a actividades recreativas de la clase ociosa (lectura de novelas, asistencia a conciertos y representaciones de teatro, visita de exposiciones de pintura, etc.). Pero esta “concepción vulgar, romántica y superficial de la cultura (que aún colea en las ‘secciones de cultura’ de los periódicos y en los ministerios y consejerías de ‘cultura’) fue posteriormente eclipsada (al menos en el ámbito científico) por el uso que de la palabra *cultura* han hecho desde el principio los antropólogos”¹⁰. Mosterín se muestra así crítico con respecto a la evolución semántica del término y defiende como noción actual la que introduce la antropología, entendiendo *cultura* como la información transmitida por aprendizaje social y no heredada genéticamente.

2.1.2. La cultura moderna

La cultura es un concepto relacionado con el enriquecimiento intelectual del individuo o con el acervo de una sociedad o civilización. Los diccionarios de uso definen *cultura* como “conjunto de modos de vida y costumbres, conocimientos y grado de desarrollo artístico, científico, industrial, en una época o grupo social, etc.”.¹¹ Y en la definición del término *intelectual* encontramos: “dedicado preferentemente al cultivo de las ciencias y letras”.¹² (En ambas definiciones, el subrayado es nuestro).

Sin embargo, cuando se habla de “cultura” en el sentido más tradicional del término, éste se asocia exclusivamente con la cultura humanística. Y ello a pesar de que hoy en día la cultura científica y técnica constituye no sólo un factor de desarrollo económico, sino también una garantía para la democracia. Es más, y como veremos a continuación, cuando aún no hemos enterrado la expresión de “las dos culturas”, acuñada en los años cincuenta por Charles P. Snow y tantas veces referida en la literatura, una nueva generación de intelectuales procedentes del mundo de la ciencia amenazan con suplantar a las Artes y a las Letras como únicos bienes culturales de la Humanidad.

El Prof. Francisco Sánchez, fundador y director del Instituto de Astrofísica de Canarias, hace la siguiente reflexión sobre el contexto actual de la cultura moderna:

Estamos viviendo una época histórica de rápida transformación. Tanto nuestra visión del mundo, como los valores básicos, la estructura social y la estructura política están cambiando muy deprisa. Es prematuro poder saber cuál va a ser el resultado final de este cambio, pero sin embargo hay tendencias claras que apuntan hacia la instauración de una *sociedad del saber*. En las sociedades más avanzadas se ve ya cómo es el conocimiento, el nuevo recurso fundamental que va ocupando el núcleo social y económico. "El factor de producción absolutamente decisivo ha dejado de ser el capital, o el suelo o la mano de obra; ahora es el saber" (P.F. DRUKER, *La sociedad capitalista*, 1993). Unas sociedades más deprisa y otras a menor velocidad, pero la tendencia general es ir hacia pueblos más cultos, entendiendo por cultura el patrimonio completo del sentir y del saber humano. En esta cultura moderna cada vez es mayor el contenido científico y técnico.¹³

Por su parte, el catedrático de Sociología y director del Instituto Ortega y Gasset, Emilio Lamo de Espinosa, Premio Jovellanos de Ensayo 1996 por su obra *Sociedades de cultura, sociedades de ciencia*, plantea en su libro la primacía de la ciencia sobre la cultura. Para el sociólogo, "la institucionalización de la ciencia se ha constituido en el elemento central del cambio social. La ciencia ha transformado a la sociedad a un ritmo tan rápido que entra en confrontación con lo que tradicionalmente se entiende como sociedad de cultura."¹⁴

Según el bioquímico Ángel Martín Municio, presidente de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, la llamada "imagen científica del mundo", define hoy una nueva edad, "la edad de la ciencia, lugar común de las últimas décadas en las que la trilogía investigación científica, desarrollo tecnológico y cambio social domina los sentimientos de la cultura occidental"¹⁵.

En este contexto, es interesante observar los diferentes criterios políticos a la hora de fijar los nombres de algunos ministerios. Así, con el cambio de Gobierno en España en 1996 y la reunificación de ministerios, por real decreto¹⁶ desaparece del Ministerio de Educación y Ciencia la nominación expresa de la *ciencia* y, en su lugar, la *educación* se fusiona con la *cultura*, dando lugar al Ministerio de Educación y Cultura.

2.1.3. Las dos culturas

A nadie escandaliza no saber quiénes fueron los físicos que sentaron las bases de la mecánica cuántica, mientras que para cualquiera sería motivo de vergüenza ignorar a escritores, pintores o músicos clásicos o contemporáneos. Ejemplos como éstos, que siempre se utilizan, ilustran la discriminación que se hace socialmente en favor de la cultura humanística, aunque históricamente no siempre fue así.

Fue en el siglo XIX, cuenta Jesús Mosterín, cuando se agruparon académicamente las disciplinas filológicas e históricas bajo el nombre genérico de *humanidades*. “Entre sus contribuciones más valiosas destacan las magníficas ediciones críticas de los textos del pasado. Su excrecencia más lamentable es el anticientifismo oscurantista de sus continuadores más mediocres, cuya deshonestidad intelectual ha sido recientemente puesta de manifiesto por Alan Sokal”¹⁷, de cuya célebre “broma” nos ocuparemos más adelante.

¿Por qué hay tan poca ciencia en la literatura contemporánea?, también cabe preguntarse con extrañeza. En el pasado y especialmente en la literatura inglesa (Shakespeare, Chaucer, ...), los clásicos solían hacer alusiones científicas en sus obras. Hoy, exceptuando la ciencia ficción y algunos dignos ejemplos, lo cierto es que existe un vacío de contenido científico en las obras literarias como reflejo de esta situación.

Martín Municio denunciaba en una conferencia titulada “Calidad de Cultura” este aislamiento de la ciencia, censurando que la cultura humanística hubiera “arrinconado a la ciencia, lo que ha supuesto la amputación de uno de sus miembros fundamentales”¹⁸. Para este científico, sólo la conciliación entre ciencia y humanidades devolverá a la palabra *cultura* su verdadero significado. Es la síntesis cultural que necesitamos.

Muchos autores han advertido esta percepción que excluye a la ciencia de la cultura. En 1959, Charles P. Snow (1905-1980), físico y novelista a la vez, publicó un libro titulado *Las dos culturas*, expresión con la que se establecía una clara distinción entre los intelectuales de letras y los de ciencias. Mantenía que el auge de la ciencia y la tecnología estaba dividiendo a la sociedad en dos grandes bandos: los que comprendían los adelantos científicos y los que permanecían al margen de la ciencia. “La frase [*las dos culturas*] hizo fortuna -señala Antonio Fernández-Rañada-, pero la dicotomía se introdujo en el reino de los tópicos, perdiendo así mucho de lo que tiene de incitación”.¹⁹

Se discute a menudo si la ciencia es o no parte de la cultura -o si los científicos merecen ser llamados intelectuales-, pero suele hacerse en tono menor, como si cultura fuese sólo lo que hay que saber para brillar en ciertas reuniones sociales o para decir cosas a la moda en artículos de prensa. Los más abiertos al mundo científico llegan a admitir que nadie puede llamarse culto si no sabe nada sobre Einstein o Darwin, en la misma medida que si ignora sobre todo Cervantes o Velázquez.²⁰

Y añade Fernández-Rañada:

... la tónica brecha entre la ciencia y las demás actividades que denunció Snow sigue activa, ancha y profunda. Es cierto que los medios de comunicación de masas dan muchas noticias científicas, especialmente sobre algunos temas estrella -el origen del universo, los procesos químicos vitales o el funcionamiento del cerebro, por ejemplo-, pero lo hacen a menudo como mero espectáculo o bien de consumo, con inflación de hechos pero casi nada de entendimiento.²¹

El fenómeno de *las dos culturas* se sigue invocando en la actualidad para explicar algunos desastres. En un artículo de opinión publicado en la sección de "Economía" del diario *El Mundo*²² se atribuía a este divorcio la gran crisis informática que supuestamente desataría el bautizado efecto 2000, cuando los ordenadores centrales de grandes empresas y organismos gubernamentales no reconozcan el mal llamado cambio de milenio²³. El autor responsabiliza de este problema informático a una sociedad imprudente, que se mantiene al margen de la ciencia, y a los expertos que dieron la voz de alarma en su día, que fueron incapaces de hacerse escuchar por sus sordos interlocutores. "He aquí un fenómeno -se dice en el artículo- completamente predecible y que, de haberle dedicado suficiente tiempo y dinero, habría podido resolverse. Sin embargo, no se habrá corregido del todo antes del año 2000. Por tanto, lo que pudo haber sido sólo un pequeño problema podría ahora convertirse en un importante contratiempo económico, o incluso en una crisis social".

Jean-Marc Lévy-Leblond, físico teórico y ensayista científico de la Universidad de Niza (Francia), está convencido de que la ciencia hoy no está integrada en la cultura:

Formaba parte en otro tiempo. Las obras de Galileo son a la vez obras científicas y literarias, así como las de Descartes. Pero en el transcurso de los siglos, la ciencia se ha divorciado de la cultura. ... Yo creo que hoy la ciencia no produce cultura. Y aún más grave, no produce cultura profesional.²⁴

Al negarle dimensión cultural a la ciencia y al margen de estar de acuerdo o no con las dos últimas frases del párrafo anterior, creemos que lo que hace este autor no es adoptar una postura radical y negativa, sino constatar la existencia de dos realidades distintas, pero con evidente relación entre sí. La separación entre ciencia y cultura deviene en conflicto a la hora de establecer un dominio social sobre la actividad científica, cuyo desarrollo ha sido espectacular en los últimos años. Por esta

razón, Levy-Leblond llega a una conclusión más próxima a nuestros planteamientos, la necesidad de poner en contacto ciencia y cultura, aunque sin que estos conceptos se confundan: "Ha de haber toma de conciencia recíproca, pero sin tener una pérdida de identidad".²⁵

La flecha del tiempo

El premio Nobel de Química Ilya Prigogine (n. 1917) también se detiene en el problema de la división cultural y está convencido de que a pesar del papel fundamental de la ciencia en nuestra civilización "vivimos aún en una sociedad de dos culturas"²⁶.

La comunicación entre los miembros de estas dos culturas es difícil. ¿Cuál es la razón de esta dicotomía? Se ha sugerido que es un problema de conocimientos. Las ciencias fundamentales se expresan en términos matemáticos. Los *científicos* leen a Shakespeare, los *humanistas* no son sensibles a la belleza de las matemáticas. Yo creo que esta dicotomía tiene una razón más profunda, se debe a la manera en que es incorporada la noción de tiempo en cada una de las dos culturas.²⁷

Si bien señala que también podrían distinguirse, aunque cada vez menos, por la complejidad de su objeto -"la física se ocuparía de los fenómenos llamados simples, y las ciencias humanas de los complejos"²⁸-, Prigogine mantiene que la diferencia entre ambas culturas es la manera de describir el paso del tiempo. "El tiempo es nuestra dimensión existencial fundamental. Es la base de la creatividad de los artistas, los filósofos y los científicos"²⁹.

La materia está asociada a la extensión, y por lo tanto a una geometría. Es sabido que la idea central de la obra de Einstein fue acceder a una descripción geométrica de la física. En cambio, los actos intelectuales están asociados al pensamiento, y éste no se puede separar de la distinción entre un 'antes' y un 'después', es decir, de la flecha del tiempo.³⁰

Concluye Prigogine con la cita de un texto publicado en 1974 con motivo de un coloquio de la UNESCO, cuyo título es "La ciencia y la diversidad de las culturas", y que incluyó en su libro *La nueva alianza* (escrito en colaboración con Isabelle Stengers):

Desde hace más de un siglo, el sector de la actividad científica ha crecido tanto en el espacio cultural que parece como si sustituyera al conjunto de la cultura. Para algunos esto es sólo una ilusión producida por la velocidad de este crecimiento, y las líneas de fuerza de esta cultura no tardarán en surgir de nuevo, para tomar las riendas al servicio del hombre.

Para otros este triunfo reciente de la ciencia le otorga el derecho a regentar el conjunto de la cultura, que sólo merecería este título en la medida en que se dejara difundir a través del aparato científico. Por último, hay quienes, asustados por la manipulación a la que están expuestos el hombre y las sociedades si caen bajo el poder de la ciencia, ven perfilarse en esto el espectro del fracaso cultural.³¹

2.1.4. La tercera cultura

En la década de los ochenta se produjo un *boom* editorial de libros científicos y de divulgación, alcanzando algunos de ellos tiradas superiores a las de las novelas mejor vendidas y convirtiéndose así en auténticos *best sellers*.³² Con algunas excepciones, eran los propios científicos (muchos de ellos físicos) quienes se esforzaban en introducir los grandes temas de la ciencia ante un lector culto no especializado. Si bien este fenómeno editorial fue notorio entonces, es en la década de los noventa cuando realmente vemos triunfar, al amparo del de la llamada *tercera cultura*, este nuevo género literario.

John Brockman, editor del libro *La tercera cultura. Más allá de la revolución científica* (atención al subtítulo), recuerda que Snow advirtió con incredulidad de que en la década de los treinta los intelectuales de letras “se habían apropiado del término *intelectual*, como si nadie más mereciese tal calificativo”³³. Referido sólo al *hombre de letras*, el término excluía a científicos como el astrónomo Edwin Hubble, el matemático John von Neumann, el cibernético Norbert Wiener y los físicos Albert Einstein, Niels Bohr o Werner Heisenberg.

Para entender cómo pudieron los literatos “salirse con la suya”, Brockman reflexiona sobre dos circunstancias. Por un lado, los propios hombres de ciencia no supieron defender la trascendencia de su trabajo. Por otro, y a pesar de los esfuerzos de científicos eminentes, que también escribieron libros para el gran público, “sus obras fueron ignoradas por los autoproclamados intelectuales, y el valor e importancia de las ideas presentadas permanecieron invisibles como actividad intelectual porque la ciencia no gozaba del favor de los periódicos y revistas dominantes”.³⁴

Brockman acusa directamente a los medios de comunicación de ser cómplices en ese *boicot* a la ciencia. Una acusación legítima, pues los medios no están exentos de responsabilidad en el agravio discriminatorio hacia la ciencia. Este prejuicio

periodístico se mantiene hasta nuestros días, si bien a veces, como veremos, se combate con éxito.

Fue el propio Snow quien en una segunda edición de su obra añadió un ensayo titulado *Las dos culturas: una segunda mirada*, "en el que de manera optimista - explica Brockman- sugería que una nueva cultura, una *tercera cultura*, emergería y llenaría el vacío de comunicación entre los intelectuales de letras y los científicos. En aquella *tercera cultura* los intelectuales de letras se entenderían con los de ciencias".³⁵

Otra revuelta orwelliana

Pero los intelectuales de letras siguen sin comunicarse con los científicos y son estos últimos quienes pretenden comunicarse directamente con el gran público. "Los medios intelectuales tradicionales -señala Brockman- practicaban un juego vertical: los periodistas escribían de abajo arriba y los profesores de arriba abajo. Hoy, los pensadores de la *tercera cultura* tienden a prescindir de intermediarios y procuran expresar sus reflexiones más profundas de una manera accesible para el público lector inteligente".³⁶

Frente a esta tendencia, debemos ser cautos, si no críticos. La *tercera cultura* es un fenómeno que puede volver a caer en los mismos errores del pasado, como en una revuelta *orwelliana*. Mostrándose elitista, desde el emisor -el egregio científico- al receptor -un lector culto-, repite un esquema de circuito cerrado bien conocido. De hecho puede convertirse en un medio exclusivo de comunicación entre científicos, lo cual si bien no es censurable en sí, es obvio que no responde a su planteamiento inicial: dirigirse al gran público.

Con la etiqueta de *alta divulgación*, la *tercera cultura* se refugia, aunque no en todos los casos, en una categoría permeable a cierta complejidad y que, por ende, limita la accesibilidad, cuando no esconde -y he aquí el peligro real para la propia divulgación- textos puramente científicos. Prescindir de intermediarios -como apunta Brockman- significa subestimar el papel que pueden desempeñar los medios de comunicación en el intento de acercar ciencia y sociedad. La *tercera cultura* no llega tan fácilmente a los lectores. (Las reseñas que se hacen de estos libros en los

periódicos, incitando a su lectura, son un complemento al *marketing* editorial. Y este no es el único ejemplo evidente de que este nuevo fenómeno y los medios de comunicación se necesitan).

Al margen de estas precauciones, la *tercera cultura* es una realidad de potencial innegable. A través de ella, la ciencia adquiere un protagonismo cada vez mayor en la literatura. Confiemos en que Brockman no se equivoque cuando dice: "El atractivo que ejercen los pensadores de la tercera cultura no se debe solamente a su habilidad como escritores; lo que tradicionalmente ha respondido al nombre de *ciencia* se ha convertido hoy en *cultura de dominio público*".³⁷

Uno de los últimos libros de este género, *El quinteto de Cambridge*, de John L. Casti, reúne en una cena hipotética, que habría tenido lugar en junio de 1949, al propio C.P. Snow, al matemático Alan Turing, al genetista J.B.S. Haldane, al físico Erwin Schrödinger y al filósofo Ludwig Wittgenstein, quienes conversan en el Christ College sobre la viabilidad de construir máquinas inteligentes o lo que en 1956 John McCarthy bautizó como *inteligencia artificial*³⁸.

En conclusión, puede que la situación esté cambiando sutilmente en favor de la cultura científica, y hay quien reconoce haberse pasado de bando con no pocas justificaciones. "Lo más curioso, con todo -advierte el periodista Juan Cueto- no es que se entienda mucho mejor el discurso de la ciencia que el de las humanidades, al contrario de lo que siempre ocurrió, o me ocurrió; lo más notable es que estas o parecidas divulgaciones científicas constituyen una muy seria competencia para las tradicionales industrias del espectáculo"³⁹.

2.2. La ciencia y su difusión cultural⁴⁰

Hasta aquí hemos manejado definiciones de cultura donde la ciencia entra y sale según el capricho de los diferentes autores. Era un atributo en el título de este capítulo -"La cultura científica y su divulgación"-, pero en este apartado tiene entidad propia y diferenciada, como sostenía Lévy-Leblond. Ahora, sin querer ser lo que parece -un mero juego de palabras- cambiamos la perspectiva titulado "La

ciencia y su difusión cultural". ¿Qué pretendemos con ello? Simplemente un cambio de perspectiva, para llegar a una definición que aún nos hace falta -la de *ciencia*- y antes de hacer frente al fenómeno de la divulgación.

2.2.1. La ciencia y su etimología

En cuanto a su raíz etimológica, el término *ciencia* procede de la palabra latina *scientia*, que significa "conocimiento" y que deriva de *sciens-tis*, participio pasivo de *scire*, con el significado de "saber". Según una definición que encontramos en el diccionario⁴¹, *ciencia* es el "conocimiento cierto de las cosas por sus principios y causas", o también "cuerpo de doctrina metódicamente formado y ordenado, que constituye un ramo particular del saber humano".

Si seguimos para el concepto de *ciencia* el mismo enfoque filosófico e interdisciplinario de Jesús Mosterín para el de *cultura*, nos enfrentamos a la siguiente definición: "La *ciencia* es *cultura*, información generada por aprendizaje individual (descubrimiento, invención) y transmitida por aprendizaje social."⁴² El autor sitúa esta definición en un contexto -lo que él llama la actual *cultura universal*- donde la *ciencia* "constantemente extiende el alcance y la precisión de sus representaciones del mundo, a la vez que crecientemente sustituye a otras instancias como fuente de la cosmovisión de los individuos y de los datos y previsiones en que se basa su acción"⁴³. Y añade: "Se trata de un fenómeno cultural nuevo y característico de nuestra época, aunque todavía no ha alcanzado toda la amplitud que es de prever tendrá en el futuro".⁴⁴

2.2.2. La democratización del saber

Si bien los frenos a la transmisión del saber han sido constantes a lo largo de la historia, como veremos más adelante, también es cierto que siempre ha existido una preocupación por la difusión social de los conocimientos científicos, especialmente a través de la enseñanza y la divulgación, aunque "ambas bastante condicionadas por los valores socioeconómicos de cada momento y relacionadas con los patrones de conducta propios de unas determinadas clases sociales", señala Bertha M. Gutiérrez Rodilla⁴⁵. Esta autora cita como primera gran divulgación científica a una

cierta escala la aparición de la imprenta, que “propicia la secularización del conocimiento”⁴⁶, precedida de algunos esfuerzos personales (Plinio en la Antigüedad, Isidoro de Sevilla en la Edad Media), y el hecho de que aumenta, ya en el Renacimiento, el número de personas que saben leer y escribir.

La democratización del saber, a veces interesada, se potencia en el siglo XVII con la Ilustración, como hemos visto. “Esto coincide, además, con el auge y desarrollo del periodismo, que, a partir de entonces, se convierte en un órgano fundamental de difusión de la cultura en las sociedades civilizadas”⁴⁷. Y se incentiva a finales del XIX con la reducción gracias a los avances tecnológicos de los costes de edición que abaratan las publicaciones y permiten la aparición de los medios de difusión de masas. En la actualidad, a la proliferación de medios para la divulgación (revistas, museos, etc.) se añade el acceso a la información a través del ordenador y las navegaciones por Internet. “De esta manera -señala Gutiérrez Rodilla- se ha superado la motivación dieciochesca de la mera instrucción del gran público, pues en la actualidad la divulgación cumple, además, otras funciones de integración: profesional, social, etc.”

2.2.3. Los frenos a la divulgación científica

Aunque pensamos que el mayor problema para erradicar la incultura científico-técnica reside en la ausencia de instituciones que coordinen los esfuerzos, las ideas y los medios disponibles para elevar el interés de los ciudadanos por los temas científicos, debemos reconocer que “a la ciencia todavía le falta ‘sex appeal’”⁴⁸, como decía Ignacio García de la Rosa, astrofísico del IAC y primer director del Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife. Pero también es verdad que en gran parte es debido a razones históricas. Identifiquemos aquí algunos obstáculos que tanto ahora como en el pasado han impedido o dificultado la divulgación científica.

La irracionalidad pitagórica

Ya en la antigüedad, los pitagóricos formaban una sociedad secreta que se negaba a compartir con el vulgo sus descubrimientos, hasta el punto de ocultar, por ejemplo, el conocimiento de la raíz cuadrada de dos. Carl Sagan, activo divulgador científico, contaba así la historia:

Los pitagóricos, enamorados de los números enteros, creyeron que todas las cosas podían derivarse de ellos, empezando por todos los demás números. Se produjo una crisis en esta doctrina cuando descubrieron que la raíz cuadrada de dos (la razón entre la diagonal y el lado de un cuadrado) era irracional, es decir que $\sqrt{2}$ no puede expresarse de modo preciso como la razón de dos números enteros determinados, por grandes que fueran estos números. Este descubrimiento... se llevó a cabo utilizando irónicamente como herramienta el teorema de Pitágoras. *Irracional* significaba en principio que un número no podía expresarse como una razón. Pero para los pitagóricos llegó a suponer algo amenazador, un indicio de que su concepción del mundo podía carecer de sentido, lo cual es el otro sentido que tiene hoy la palabra *irracional*.⁴⁹

Los pitagóricos también callaron la existencia del dodecaedro (uno de los cinco sólidos perfectos junto con el tetraedro, el cubo, el octaedro y el icosaedro):

Resulta que por algún motivo el conocimiento de un sólido llamado dodecaedro, que tiene por lados a doce pentágonos, pareció peligroso a los pitagóricos. El sólido estaba relacionado místicamente con el Cosmos. Los cuatro sólidos regulares restantes fueron identificados de algún modo con los cuatro "elementos" que en aquel entonces se suponían que constituían el mundo: tierra, fuego, aire y agua. Pensaron pues que el quinto sólido regular sólo podía corresponder a la sustancia de los cuerpos celestiales (este concepto de una quinta esencia ha dado origen a la palabra *quintaesencia*). Había que ocultar a las personas vulgares la existencia del dodecaedro.⁵⁰

Y añada Sagan:

Un pitagórico llamado Hipaso publicó el secreto de la "esfera con 12 pentágonos", el dodecaedro. Al morir más tarde en una naufragio, se dice que sus compañeros pitagóricos ponderaron la justicia del castigo. Su libro no ha sobrevivido.⁵¹

Pero la historia siguió ofreciendo casos de frenos a la divulgación. Así, por ejemplo, los alquimistas de la Edad Media, con su pretensión de lograr la transmutación de los metales, utilizaban deliberadamente un lenguaje oscuro y hermético para evitar que sus hallazgos trascendieran su propio círculo. Escondidos bajo la "Gran Obra" se encontraban nada menos que la piedra filosofal y el elixir de la inmortalidad. El uso de anagramas oscuros en latín se siguió empleando hasta el Renacimiento.

En otros tiempos y hasta fecha reciente, un científico no comunicaba los resultados de sus investigaciones hasta pasados unos años o decenios. A veces, incluso, no se hacían públicos hasta después de su muerte. Sin embargo, sorprendentemente, hoy no se considera como tal ningún descubrimiento científico si se mantiene en secreto. Las célebres sentencias de "publicar o morir" o "si no está escrito, no existe" así lo

recogen. (Aunque también se comenta con frecuencia que el sistema de *peer review* o revisión por pares utilizado para decidir los artículos científicos que se publican en una revista profesional es una herramienta o medio de la propia clase científica dirigente para censurar ideas nuevas o no convencionales).

Pero si bien las comunicaciones de los científicos son ahora muy numerosas, también es verdad que están dirigidas a especialistas y resultan incomprensibles para un público no especializado. Y siempre se teme lo que no se comprende. Como veremos, la astronomía no escapa a esta situación, pese a proporcionar respuestas cuantitativas a las cuestiones sobre las que la filosofía antigua sólo podía especular.

Los prejuicios ciencia-sociedad

Como frenos al proceso de la divulgación científica descubrimos un conjunto de prejuicios procedentes tanto del ámbito de la ciencia hacia la sociedad como del ámbito de la sociedad hacia la ciencia. Prejuicios que el investigador del IAC Ignacio García de la Rosa, como experto divulgador científico, identificaba en sus charlas sobre el tema. Y así es la visión desde estos dos ángulos:

La sociedad, según los científicos, ...

1. ... carece de la cultura científica básica.
2. ... culpa a la ciencia del mal uso de los descubrimientos.
3. ... no debe participar en decisiones científicas.
4. ... piensa que divulgan los científicos fracasados (prejuicio a su vez de los propios científicos).

La ciencia, según la sociedad, ...

1. ... la hacen personajes excéntricos y desconectados.
2. ... es demasiado compleja.
3. ... siempre tiene razón.
4. ... nos engaña.

Y como consecuencia de tales prejuicios se produce el increíble éxito de lo *paracientífico*.

Para profundizar un poco en algunos de estos prejuicios, recurriremos de nuevo al físico Antonio Fernández-Rañada, a quien robaremos párrafos y título de su libro *Los muchos rostros de la ciencia*.

Los muchos rostros de la ciencia

Cuenta Thomas Kuhn que después de la Segunda Guerra Mundial, cuando el ritmo de la investigación científica se aceleró, produciendo el correspondiente aumento de las presiones profesionales competitivas, surgió una marcada conciencia (a veces miedo) sobre el poder de la ciencia y su potencial importancia social.

La empresa científica había cambiado el mundo de forma totalmente imprevista y sin duda continuaría haciéndolo. La gente se preguntaba cómo iba a ser manejado y controlado su poder, para bien o para mal. Se era consciente de que sólo los científicos parecían entender la ciencia. Y en general se aceptaba, a menudo entre los propios científicos, que las consecuencias sociales de su trabajo eran demasiado importantes para dejarlas exclusivamente en sus manos.⁵²

En la actualidad, ese miedo subsiste aunque mezclado con otros muchos sentimientos:

La gente comprende que [la ciencia] otorga un enorme poder, pues los países avanzados basan su riqueza en la tecnología que se sigue de ella. Esta constatación, junto con el brillo que hoy tiene lo que es distinto e inalcanzable, le confiere un gran prestigio. Pero, a la vez, la ciencia inspira temor, como todo lo que es incomprendible o difícil de conocer y por su relación con la carrera de armamentos o con el deterioro del medio ambiente. No es de extrañar que la opinión pública se sienta confusa y recele en medio de tanto poder, tanto prestigio y tanto temor".⁵³

A esta reflexión de Fernández-Rañada, el mismo autor añade en otro lugar de su libro:

La sensación de que estamos en una crisis profunda, muy probable preludio de un cambio de época histórica, está íntimamente unida a los serios problemas que nos asaltan a diario desde los periódicos. En la mayoría de ellos hay una referencia a la ciencia, bien porque se deben a la aplicación perversa de sus ideas o sus métodos -como el riesgo de guerra nuclear-, o tal vez sólo insensata- así la contaminación del medio ambiente-, o porque sabemos que existen soluciones tecnológicas pero no se quieren aplicar.⁵⁴

La ciencia despierta, en efecto, sentimientos contradictorios que van del entusiasmo a la decepción, de la admiración al rechazo, de la fe ciega a la desconfianza. En su nombre se adoptan desde actitudes humanistas hasta el más puro *cientifismo*, que considera a la ciencia como la única forma válida de conocimiento.

Como reacción a esta última postura, los sociólogos Harry Collins y Trevor Pinch publicaron el libro *El gólem. Lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia*⁵⁵. Su contenido, alertando sobre el fraude científico y el mito cientifista, desató lo que se conoce como *guerra de las ciencias*⁵⁶, un acalorado debate intelectual entre representantes de *las dos culturas*. En respuesta a la ofensiva del *gólem*⁵⁷, no tardó en alzarse el ahora célebre Alan Sokal. Este físico teórico de la Universidad de Nueva York ridiculizó a la intelectualidad posmoderna, publicando en una revista de moda americana -*Social Texts*- un artículo lleno de contrasentidos y disparates científicos, pero disfrazado con un convincente ropaje lingüístico que imitaba la jerga filosófica del momento⁵⁸, y desvelando poco después en otra revista -*Lingua Franca*- el carácter intencionadamente burlesco de dicho artículo. Se dice que la llamada *broma Sokal* -portada en el *New York Times* y en *The Times*, entre otros- no habría pasado la revisión por pares de las revistas científicas.

La *guerra de las ciencias* continúa en la actualidad⁵⁹. Posturas unidimensionales que constituyen una visión distorsionada de la realidad muy perjudicial para el futuro. "Afortunadamente -advierte Fernández-Rañada-, existe un camino franco entre ellas, entre esa roca de Escila y ese monstruo de Caribdis. Y la humanidad necesita encontrarlo".⁶⁰

Ni la ciencia sola podrá resolver los problemas del mundo, ni éstos podrán ser resueltos sin la ciencia⁶¹, añade este autor, para quien la ciencia "tiene muchos rostros, muchas dimensiones, mira hacia muchos horizontes"⁶². Y es esta perspectiva multidimensional, que percibe la ciencia en toda su complejidad, la que debe estar enraizada en la cultura.

En la presentación de un curso titulado "Difondre la Ciència" (Difundir la Ciencia), Ramón Folch, de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Ambientales de la UNESCO, decía: "La actitud semiautista de muchos científicos, en efecto, ha

contribuido a consolidar la creencia de que la ciencia es poco menos que incomprensible, o que el esfuerzo de difundir el pensamiento científico es una actividad menor, confiable a científicos de segunda".⁶³ Y se congratulaba de que por fortuna también existieran "humanistas de la ciencia que, además de esclarecer fenómenos continúan pensando y, lógicamente, difundiendo sus conclusiones".

Sirva de ejemplo el propio Galileo, tal y como lo recordaba el ministro de Educación y Cultura de Italia, Luigi Berlinguer, en el discurso de la Inauguración oficial en 1996, en el Observatorio del Roque de los Muchachos, del telescopio que lleva el nombre del célebre científico italiano.

No es baladí que Galileo abandonara el latín y adoptara la lengua vulgar para expresar los más altos conceptos científicos. Él mismo, en una de sus innumerables cartas, afirma expresamente "he escrito en lengua vulgar pues tengo necesidad de que cualquier persona pueda leerlo". Una intuición, la de la necesidad de dar la máxima difusión a los resultados de la investigación, que hoy es imprescindible para el progreso de la ciencia, que no tiene y no debe tener fronteras de ningún tipo.

Sin embargo, también se puede acusar a Galileo de un nacionalismo perverso. Su insistencia en escribir en toscano dificultó la comprensión de su ciencia fuera de Italia, actitud de la que incluso Kepler llegó a quejarse. El auge de las lenguas nacionales y de su uso en la ciencia militaba contra el poder cultural del latín y de la Iglesia.

La indiferencia científica de la sociedad española

Manuel Calvo Hernando⁶⁴ analizaba en una conferencia las causas del analfabetismo científico de la sociedad española y apuntaba siete hipótesis que consideramos interesante reproducir aquí:

- Llegamos tarde al Siglo de la Razón, a la ilustración y a la industrialización. El retraso en nuestra incorporación ha supuesto que carecemos de una conciencia pública sobre el valor y la rentabilidad de la ciencia para el individuo y la sociedad.
- No existe en nuestra sociedad la sensibilidad suficiente ni siquiera para evaluar o apreciar lo que nos falta.

- Padecemos graves deficiencias del sistema educativo y un incompleto dominio del lenguaje.
- Los científicos poseen escasa capacidad para comunicarse con la gente y para expresarse correctamente.
- Esta mediocridad también alcanza a los periodistas y alumnos de Ciencias de la Información.
- En general no existe una preocupación por la cultura científica.
- Los propietarios de los medios informativos tienen una defectuosa e incompleta visión de la realidad.

De estas hipótesis pensamos que sólo el primer punto es especialmente aplicable a España, cuya falta de desarrollo intelectual tiene sin duda fuertes razones históricas. El problema de la educación y del lenguaje es, sin embargo, igualmente grave en el Reino Unido y Estados Unidos. Lo mismo sucede con la visión de la realidad por parte de los propietarios de los medios de comunicación, que sí consideramos realista, aunque meramente comercial, en la que no entra la educación. Creemos, por último, que el escaso interés por la lectura y, no digamos ya, por la adquisición de libros, que además son caros, sí puede apuntarse como especialmente grave en nuestro país. Por ejemplo, publicar un libro de astronomía en España es una empresa bastante arriesgada (no tanto en otros países desarrollados, con sólidas editoriales científicas).

I+D e Innovación en España

Como apunta Luis Martínez Sáez⁶⁵, Jefe del Gabinete del Instituto de Astrofísica de Canarias, en una comunicación presentada en el I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia, son muchos los datos de nuestro sistema de I+D e Innovación que reflejan su debilidad. "No se trata únicamente de un problema de fondos económicos –señala-, sino también de la falta de una legislación adecuada, del ancestral divorcio entre investigación y tejido productivo, de un insuficiente esfuerzo empresarial en I+D e Innovación que se traduce en la considerable factura tecnológica que pagamos y, como complemento, el marcado desinterés de los muchos medios de comunicación –incluso los públicos- por ofrecer espacios en los que la ciencia, la tecnología y la innovación sean las protagonistas".

Según este autor, se puede afirmar, en definitiva, que la ciencia y la tecnología no han formado parte de las prioridades de la Administración General del Estado y que la deficiente cultura científico-técnica de nuestra sociedad no facilita el que los ciudadanos sean más exigentes con los poderes públicos a la hora de diseñar y gestionar esas políticas. De ahí la necesidad de reivindicar el papel de la I+D y la Innovación en el panorama nacional y autonómico así como la integración de la *tecnociencia* en la cultura.

“Esta transformación –explica Martínez Sáez- debe comenzar por cambiar el talante de los investigadores que deben facilitar la divulgación de los conocimientos y considerar que toda investigación debería tener como destinatario final a la sociedad. Por otra parte, la información y la divulgación deben ser actividades inherentes a los centros de investigación al constituirse en el mejor vehículo para acercarlos a su entorno. Simultáneamente se deben poner en marcha acciones para fomentar el que aumente el número y la calidad de los periodistas científicos y evitar, además, el miedo actual de muchos científicos y tecnólogos a que sus logros sufran un tratamiento inadecuado en los medios de comunicación. Por último, el nuevo Plan Nacional de I+D debería contemplar más instrumentos y fondos para activar estos procesos de cambio”.

2.2.3. Las variantes de la divulgación

En el siguiente apartado veremos los recursos disponibles para hacer divulgación, algunos ya bien explotados. También se sugieren otros no tan conocidos, pero que ilustran las múltiples posibilidades y medios para la divulgación.

Aquí, sin embargo, nos reservamos un aspecto más delicado de la divulgación, sobre el que también volveremos cuando abordemos los modelos de comunicación científica, los gabinetes de prensa y los problemas del periodismo científico. Nos referimos a *los muchos rostros de la divulgación* -siguiendo el paralelismo con el título de Fernández-Rañada-, es decir, a las diferentes maneras de entender la divulgación en la actualidad, cada una de ellas con diferente adjetivación o calificación.

La divulgación, como apunta Javier Fernández del Moral, "consiste sobre todo y ante todo en saber utilizar un contexto lo más amplio posible"⁶⁶. No hay que subestimar ningún esfuerzo en la divulgación de la ciencia, donde todo vale -como en la máxima de Feyerabend-, todo es complementario, desde los museos y la *tercera cultura* hasta los medios de comunicación.

Sin embargo, debemos reflexionar sobre la máxima del filósofo y plantearnos si pueden algunas formas de divulgación resultar contraproducentes y, por tanto, no contribuir al enriquecimiento cultural. Incluso debemos cuestionarnos si, como parece asumirse tácitamente, la divulgación en general es intrínsecamente "buena" y "deseable". Jaap Willems⁶⁷, en un artículo sobre los riesgos de divulgar la ciencia y la tecnología, apunta varias objeciones al respecto. Como riesgos para la propia ciencia menciona la interferencia del público y el abuso de los resultados de la investigación así como daños a la misma investigación. Como riesgos para la sociedad señala una representación incorrecta, falsas esperanzas y miedos injustificados.

Fernández-Rañada mantiene que, a veces, las ideas se deforman a base de hacerlas más simples y atractivas. "El enseñar deleitando y el juego que se propone muchas veces desde las revistas y los museos -en sí mismo estimulante- llega a no contribuir a entender mejor la ciencia, sino todo lo contrario. Porque en aras de la diversión, se

pasa a menudo por alto que la ciencia se basa en un método y que es sistemática".⁶⁸

Desde el lado más crítico se piensa que los museos, por ejemplo, al reconvertirse en "ferias", han dejado de "inspirar" al público. También se comenta el divorcio entre los directores de planetarios y la comunidad de educadores de la astronomía: los efectos especiales han reemplazado al simple proyector de la bóveda celeste, en detrimento -dicen- del entendimiento público de la astronomía, aunque esto no siempre es cierto (el tema ha generado mucha correspondencia en la revista de divulgación *Sky and Telescope*).

A esta crítica no escapan los medios de comunicación, como veremos en un capítulo posterior. Bertha Gutiérrez Rodilla ve así la situación:

... la utilización que se hace en los medios de comunicación de masas, en una sociedad fuertemente consumista, tiende a degradar la divulgación científica, porque se manipula su consumo de acuerdo con un modelo socioeconómico preestablecido y que se relaciona con unos intereses concretos. El género de divulgación responde, ciertamente, a una curiosidad del público, por lo que la adhesión o el interés de éste hacia él significa una buena coincidencia posible entre la oferta y la demanda. Pero rara vez esos medios dan cuenta del proceso real que tiene lugar hasta que se llega al descubrimiento en cuestión; de las dificultades y de los fracasos y, desde luego, del acuerdo final de consenso en la comunidad científica que se tiene que establecer para aceptar una nueva verdad. En esos programas de divulgación suele haber siempre un modelo de ciencia implícito. Los asuntos de ciencia, sin embargo, si fueran adecuadamente tratados, despertarían un interés notable en buena parte de la población.⁶⁹

La divulgación "desinteresada" no existe hoy en día, que cede terreno a una divulgación "dirigida" en función de unos fines concretos. Éstos serán unos u otros según el agente divulgador (museo, gabinete de comunicación, medio informativo,...). El grado y la naturaleza del interés determinará en gran medida el resultado. En el periodismo científico, como veremos, también se compite con la divulgación "amable"⁷⁰ (contenidos facilones de gran impacto) que practican algunos medios de comunicación. Frente a estos comportamientos, se alzan voces alertando desde el propio periodismo científico: "el principio de que manda la audiencia es un círculo vicioso"⁷¹.

2.2.3. Recursos para la divulgación

Pierre Fayard, experto en Ciencia y Comunicación de la Universidad de Poitiers (Francia), en un artículo lleno de metáforas empezando por el título ("Los cosacos no acuden nunca a la cita") y publicado en el suplemento de Ciencia y Tecnología de *La Vanguardia*⁷², definía la divulgación como "un proceso de adaptación de unos contenidos especializados con el propósito de hacerlos comprensibles a un público no especialista". Y añadía que es, también, "una relación unidireccional entre gente que sabe y gente supuestamente ignorante".

Los agentes que pueden y deben intervenir en este proceso son: el científico, el periodista, el divulgador, el escritor, el profesor y los organismos o instituciones preocupados por la cultura, la educación popular y el entretenimiento (museos, ...), aunque también la industria y, como ocurre especialmente en el Reino Unido, las editoriales. Es una necesidad de nuestro tiempo. Hay que acercar la ciencia a la sociedad, y hay que hacerlo utilizando las herramientas que tenemos a nuestro alcance: la enseñanza, la información y la actividad cultural.

Los recursos para la divulgación son muchos, pero a veces no somos conscientes de su potencialidad y, en cualquier caso, la tarea no es fácil. A continuación apuntamos 33 ideas para la divulgación científica (aunque evidentemente la lista puede ampliarse con muchas más sugerencias). Consideramos que tales propuestas pueden ser de utilidad a la hora de diseñar una campaña de divulgación científica.

1. Mayor aprovechamiento de museos interactivos y tradicionales.
2. Exposiciones monográficas permanentes e itinerantes.
3. Labor divulgativa de los medios de comunicación (escritos y audiovisuales)
4. Conferencias de divulgación.
5. Cursos de formación para profesores de Enseñanzas Medias.
6. Visitas y charlas de investigadores en colegios.
7. Visitas de escolares a centros de investigación.
8. Visitas organizadas a las instalaciones científicas.
9. Promoción del turismo científico.
10. Cursos de comunicación para científicos.
11. Formación de periodistas científicos.
12. Estancias de periodistas en centros de investigación.
13. Estancias de científicos en periódicos.

14. Navegación por Internet.
15. Recursos multimedia.
16. Juegos educativos científicos.
17. Debates públicos sobre investigación entre los diferentes agentes sociales.
18. Presentaciones públicas de proyectos interdisciplinarios.
19. La ayuda de la historia⁷³, mostrando el proceso científico y el perfil humano del investigador (también en cine).
20. La edición y utilización en la enseñanza de diccionarios especializados por materias que se estructuren siguiendo un orden tanto alfabético como conceptual.
21. Concursos locales de ciencia.
22. Organización de Semanas de Ciencia.
23. Búsqueda de contenido científico en manifestaciones artísticas (literatura, pintura, escultura, música, ...)
24. Teatro científico.
25. Posibilidades de la ciencia ficción, tanto en la literatura como en el cine.
26. Recursos con humor (viñetas, ...)
27. Proyectos de divulgación conjuntos entre instituciones científicas y políticas (creación de museos locales, ...).
28. Proyectos de divulgación conjuntos entre instituciones científicas y entidades privadas (bancos, fundaciones, ...)
29. Mayor presencia de la ciencia en la educación obligatoria, sin supeditarse a su uso posterior, lo que se traduce en una mayor componente epistemológica en los contenidos y un horario lectivo suficiente.
30. Mayor interrelación entre especialidades universitarias científicas y humanísticas, con planes de estudios que contemplen materias comunes.
31. Servicio de ciencia por teléfono que resuelva dudas del público.
32. Valorar la divulgación en el curriculum de los investigadores.
33. Plan Nacional de Divulgación

Veamos más detenidamente algunas de estas sugerencias.

Los museos interactivos

En los ochenta, empezaban a abrirse en España nuevos museos de ciencia y tecnología cuyo enfoque interactivo les diferenciaba de los museos tradicionales. Eran el Museo de la Ciencia de Barcelona y la Casa de las Ciencias de La Coruña. "Son activos, informales, dinámicos, lúdicos y participativos, su planteamiento permite un mayor grado de divergencia en el proceso de aprendizaje, prestan atención a temas del presente y del futuro, no solamente del pasado, y por fin, son esencialmente abiertos a todos, con pretensiones de llegar a todo tipo de público (no elitistas)", decía Ramón Núñez, director de la Casa de las Ciencias de La Coruña, en la revista *Nuevo Siglo*, en el número de marzo-abril de 1988.

Les siguieron el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife, del que hablaremos en un capítulo posterior, el Museo de la Ciencia de Alcobendas, en Madrid, el Parque de las Ciencias de Granada, la Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia, el Museo de la Ciencia y el Agua de Murcia y el Museo de la Ciencia de Castilla-La Mancha, en Cuenca, conocido simbólicamente con la notación científica MC^{CM} .

El 21 de marzo de 1997, los representantes de museos, planetarios y centros de divulgación científica, reunidos en La Coruña en la I Reunión Nacional de Centros de Divulgación Científica, firmaron la llamada Declaración de La Coruña⁷⁴. En ella reivindicaban para los centros de divulgación científica que se están creando en España un papel fundamental como dinamizadores de la cultura y como complemento de los centros escolares.

Turismo científico

Ya en 1991, *La Vanguardia*, en el suplemento número 85 de Ciencia y Tecnología⁷⁵ y coincidiendo con el comienzo del período estival, hacía una serie de propuestas de viaje por Europa para acercarse a la ciencia y a la técnica. Entre otras se encontraban las siguientes ofertas de turismo científico (en gran parte, de sesgo astronómico): el eclipse de Sol en México, el sol de medianoche en el norte de Europa, los géiseres en Islandia, el reloj astronómico de Estrasburgo, la tierra natal de Copérnico, el castillo de Benatek en Praga (donde trabajaron Tycho Brahe y Kepler) y la calle de los alquimistas (Zlatá Ulicka), también en la capital checa, además de museos de ciencia como el de Munich o los numerosos de París, entre ellos el de Artes y Oficios, producto de la Revolución Francesa, o la moderna Ciudad de las Ciencias

y de la Industria de La Vilette. Como homenaje a la relación entre arte y ciencia proponía la visita a la catedral de Florencia, cuya cúpula en doble bóveda fue todo un logro de innovación técnica en pleno siglo XV.

También la revista de divulgación científica *Ciencia & Vida* (versión española de la francesa *Science et Vie*)⁷⁶, hoy desaparecida, proponía el siguiente plan de turismo científico:

- En España: *La Domus*, un museo para conocerse a sí mismo y obra del arquitecto japonés Arata Isozaki, junto a la *Casa de las Ciencias*, de la Coruña.
- En Italia: *Vinci*, el lugar de nacimiento de Leonardo da Vinci; en especial, el Museo dedicado a este gran hombre del Renacimiento.
- En Inglaterra: los *Kew Gardens*, el jardín botánico real de las afueras de Londres.
- En Suiza: el *CERN* o Laboratorio Europeo de Física de Partículas, en Ginebra.
- En Francia: *Toulouse*, la capital europea del espacio y la aeronáutica, con la empresa *Aerospatiale* y el *Parque Europeo del Espacio*.

Más recientemente, el eclipse del 11 de agosto de 1999, el último eclipse total de Sol del milenio, cuya línea de totalidad atravesaba todo Centroeuropa, fue la excusa perfecta para que tanto astrónomos profesionales y aficionados como público en general organizaran sus vacaciones para verlo en las mejores condiciones. En algunos casos, combinando turismo, ciencia y aventura, como en el caso de la Expedición *Shelios'99*, con miembros del Instituto de Astrofísica de Canarias, para ver el eclipse desde Kastamonu (Turquía), después de atravesar varios países europeos.

Las visitas que regularmente pueden realizarse a los Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos, del Instituto de Astrofísica de Canarias, también constituyen, como veremos, uno de los mejores ejemplos de *turismo científico* que puede hacerse.

La ciencia-ficción

Tanto las novelas como las películas de este género constituyen un recurso incomprensiblemente desaprovechado para la divulgación científica. Si bien se han dado muchos casos de insultos al rigor científico, también es cierto que previa

escrupulosa selección, la ciencia ficción en la literatura y en el cine ofrece ejemplos muy valiosos que deberían tenerse en cuenta.

Manifestaciones artísticas

Nuria Amat, al preguntarse por el grado de científicidad de la cultura humanística, aporta un ejemplo extraído de la prensa “y que viene a demostrar -dice- que un cuadro artístico puede ser considerado de información científica comparable o paralela a la producida por el genio de Einstein. Así lo asegura el científico Ilya Prigogine (premio Nobel de Química) en su declaración (*El País*, 29 diciembre 1985, p. 21). ‘La concepción del espacio-tiempo es más actual, desde un determinado punto de vista, en Salvador Dalí que en Einstein’. Prigogine dio esta opinión a partir de una observación del cuadro de los relojes blandos, *la persistencia de la memoria*.”⁷⁷

Los medios de comunicación

Dedicaremos un capítulo propio al periodismo científico reflejado especialmente en la prensa.

En cuanto a los medios audiovisuales, los documentales de televisión constituyen un género muy utilizado en este medio cuya estructura permite ofrecer reportajes de ciencia y tecnología, aunque un gran porcentaje se dedica a la naturaleza. Como se recordará, en los años setenta, la serie “El hombre y la tierra”, de Félix Rodríguez de la Fuente, fue líder de audiencia durante cinco años. “Eran tiempos de cadena única, el pastel de la audiencia no estaba tan repartido, pero esta famosa serie documental, programada los viernes a las 21.30, la seguían entre 25 y 30 millones de espectadores”⁷⁸. Más recientemente, “La España salvaje”, serie de 10 episodios presentada por el príncipe Felipe, conquistó más de cuatro millones de espectadores de media, alcanzando en un episodio el 36,9% de cuota de pantalla. Se emitió los domingos, a las 20.30, en TVE-1. “La aventura del saber”, en especial el dedicado a la ciencia, es otro esfuerzo de La 2 de TVE.

En cuanto a radio, destacan algunos esfuerzos, como la sección fija de cinco minutos dedicada a una noticia científica de actualidad y a cargo de Manuel Toharia en el programa de radio “Hoy por hoy” de la Cadena SER.

La astronomía es una de las ciencias en las que más esfuerzos de divulgación se ha hecho, desde la literatura hasta los medios audiovisuales. Además de populares series de TV como *Cosmos*, de Carl Sagan, o *Los Astrónomos*, otro ejemplo muy conocido y digno de reseñar es el vídeo, luego convertido en libro y titulado "Potencias de diez", de Philip y Phylis Morrison⁷⁹. Éste es un viaje por el Universo a diferentes escalas, desde la mayor dimensión conocida (10^{25} metros), a mil millones de años luz, donde aparecen las galaxias más distantes como motas de polvo, hasta la menor (10^{-16} metros), equivalente a 0,1 fermi y que corresponde a la estructura de la materia más elemental o nivel de las partículas subatómicas. En medio de este recorrido (aunque no exactamente en la mitad), se encuentra la escala que mejor conocemos, la nuestra propia (Potencia 10^0), ilustrada con la imagen, tomada a 1 metro de distancia, de un hombre durmiendo en un calido día de picnic junto al Lago Michigan.

El curriculum de los investigadores

La importancia de que los propios científicos participen en la divulgación de su trabajo comienza a ser reconocida oficialmente. Prueba de ello es la iniciativa del Instituto de Astrofísica de Canarias de que en el curriculum de los investigadores se puntúen los esfuerzos en este sentido. Así consta en la propuesta para la provisión de plazas de Astrofísicos de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias, donde expresamente se dice que en la calificación de los aspirantes en la fase de concurso se valorarán con 5 puntos (sobre una puntuación de 0 a 100) las actividades de divulgación⁸⁰.

Plan Nacional de Divulgación Científica

Varias han sido las propuestas de elaborar un Plan Nacional de Divulgación Científica, alguna formulada incluso por el Instituto de Astrofísica de Canarias. En el I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia también hubo una comunicación al respecto. Según Manuel Calvo Hernando, quien ha desarrollado una propuesta concreta, "un proyecto de difusión de gran alcance debe superar todo lo imaginado y realizado hasta ahora, que ciertamente no es mucho, al menos en las sociedades de escasa sensibilidad cultural y científica".⁸¹

Otras iniciativas

Destaquemos la iniciativa de Suecia, un país que dispone de programas especiales para el diálogo público de la ciencia, siendo el teatro, por ejemplo, una de estas formas de diálogo. El FRN (El Consejo Sueco para Planificación y Coordinación de la Investigación) ha financiado varias producciones sobre materias científicas.

Con motivo de una de las Escuelas de Invierno Internacionales que organiza el Instituto de Astrofísica de Canarias, formulamos a los profesores invitados la siguiente pregunta: ¿Cómo podría conseguirse que la ciencia formara parte de la cultura del ciudadano y que la sociedad tuviera una opinión mejor formada sobre los descubrimientos científicos? He aquí algunos extractos de sus respuestas⁸²:

Para Martin Rees, de la Universidad de Cambridge, los científicos profesionales se detienen demasiado en los detalles, olvidando que lo que da sentido a su trabajo es el hecho de que, en un momento dado, pueda responder a algunas de las grandes cuestiones que interesan al público. "Gran parte de la divulgación, especialmente en cosmología, describe ideales firmemente fundados en el mismo tono con que trata las más salvajes especulaciones, lo que puede sembrar -advierte Rees- la confusión entre aquellas personas que no sean especialistas en la materia. Las ideas clave pueden por lo general recogerse en términos muy simples; son los detalles técnicos los que producen perplejidad en el público no especializado".

Joshua Barnes, de la Universidad de Hawai, es consciente de que la sociedad en su conjunto es la que apoya la investigación científica. De ahí que "la obligación social y el propio interés" determinen, a su juicio, que los científicos deban tratar de explicar su trabajo a los no científicos.

Françoise Combes, del Observatorio de Meudon-París, cree que los medios de comunicación son el instrumento adecuado para la difusión de los avances científicos y para hacer que la ciencia forme parte de nuestra cultura habitual. "Por ejemplo -dice-, debería haber programas de televisión sobre temas científicos que no fueran tediosos y académicos, sino vivos y muy ilustrativos. Podrían organizarse juegos de preguntas y respuestas para suscitar la curiosidad de la gente. Deberían proponerse debates entre científicos y no científicos." Y concluye: "Es fundamental que los propios científicos participen en este tipo de actividades, para así evitar que se desarrolle una 'ciencia de masas' paralela".

Según Bernard Pagel, del Instituto Nórdico de Copenhague, la clave está en proporcionar el nivel necesario de educación general y de formación como para que se desarrolle un espíritu crítico sobre lo que se enseña, y poder ir más allá de las estadísticas.

Tim de Zeeuw, de la Universidad de Leiden (Países Bajos), señalaba que un país sin un sistema educativo en que se conceda a la ciencia una importancia de primer orden no podrá contar con personal cualificado capaz de llevar instalaciones de investigación de alto nivel, con lo que acabará ensamblando productos fabricados en otra parte.

Simon White, entonces del Instituto de Astronomía de Cambridge, nos daba la siguiente respuesta, que recogemos íntegramente por su interés:

La ciencia forma parte de nuestra cultura general. Debe estar contenida en la educación que recibimos desde la infancia, y esta educación ha de centrarse en el método científico de análisis y resolución de problemas así como en los hechos científicos. La ciencia debería enseñarse como un medio para conocer mejor el mundo, para entender su funcionamiento, para acercarnos a la belleza que yace en su combinación de complejidad y simplicidad y para apreciar hasta qué punto el ser humano puede abarcar y manipular su entorno. Es importante aprender el escepticismo científico y entender la naturaleza de la verdad y el argumento científico, pues, de lo contrario, es imposible emitir juicios razonados ante la avalancha de argumentos técnicos parciales que los intereses gubernamentales y comerciales presentan en los medios de comunicación. Los medios de comunicación no deben formar una opinión científica, pero sí pueden estimular el debate científico sobre temas de trascendencia social o el debate sobre cuestiones sociales entre el círculo científico.

Estrategias para el futuro

Impulsar una cultura integral, que integre tanto a las enseñanzas humanísticas como científicas, es especialmente importante en estos momentos, porque “se está viviendo -en palabras de Ricardo Díez Hochleitner- una grave crisis cultural en Europa, un momento de una cultura pasiva, que no está siendo nada espléndido en creación, ni tampoco en el campo de la ciencia y la tecnología”⁸³.

Thomas Kuhn dudaba de que entre el público en general ni siquiera los individuos bien formados entendieran más de ciencia que sus mismos padres en la generación anterior, y no preveía cambio alguno en el futuro. “El problema de las dos culturas me parece estar arraigado en la naturaleza misma de la ciencia desarrollada; no se solucionará llenando el vacío; es preciso buscar otras formas de solucionar los problemas que éste crea”.⁸⁴

Mejorar la comunicación entre la ciencia y la sociedad pasa por combatir los prejuicios que mencionábamos anteriormente. Las estrategias para ello deben, como aconseja Pierre Fayard, “generar dudas sin perturbar al ciudadano sencillo, acostumbrado a certezas y artículos de fe, y formado en unos sistemas de enseñanza basados en el aprendizaje de los resultados, pero no en los diversos modos de

razonamiento para llegar a dichos resultados y, en definitiva, para aprender a pensar¹⁸⁵.

Concluimos con Sagan:

El público es mucho más inteligente de lo que se suele suponer; que las cuestiones científicas más profundas sobre la naturaleza y el origen del mundo excitan los intereses y las pasiones de un número enorme de personas. La época actual es una encrucijada histórica para nuestra civilización y quizás para nuestra especie. Sea cual sea el camino que sigamos, nuestro destino está ligado indisolublemente a la ciencia. Es esencial para nuestra simple supervivencia que comprendamos la ciencia. Además, la ciencia es una delicia; la evolución nos ha hecho del modo tal que el hecho de comprender nos da placer porque quien comprende tiene posibilidades mayores de sobrevivir.⁸⁶

NOTAS

¹ Título original *When science becomes culture/Quand la science se fait culture*.

² *Anuario El País* 1997, Pág. 152.

³ Dato facilitado por Manuel Calvo Hernando.

⁴ **CALVO HERNANDO, Manuel**. *Manual de Periodismo Científico*. Bosch Casa Editorial Paraninfo. Barcelona, enero de 1997, 1ª edición. Pág. 237.

⁵ Recogido en **CALVO HERNANDO, Manuel**. *Ciencia y Periodismo*. CEFI, Centro de Estudios para el Fomento de la Investigación. Barcelona, 1990. Pág. 60. También en **CALVO HERNANDO, Manuel**. “Un periodista en el Big Bang (Ciencia e Información ante el III Milenio)”, conferencia con motivo del *Quadragesimo Anno* de la fundación de la Asociación de Personal Investigador del CSIC. Residencia de Estudiantes, Madrid. 11 de junio de 1996. Esta idea la expuso en el prólogo al libro de Lincoln Barnett, *Einstein y el universo*, que reproduce la clásica biografía de **SEELIG, Carl**. *Albert Einstein*. Espasa Calpe. Madrid, 1968.

⁶ Recogido en el Documento preparado por Manuel Calvo Hernando, como presidente de la AEPC, para entregar a la Comisión Mixta de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico de las Cortes Generales, con motivo de las Jornadas Parlamentarias sobre Información Biocientífica en los Medios de Comunicación (octubre-noviembre de 1995).

⁷ **MOSTERÍN, Jesús**. *Filosofía de la cultura*. Alianza Editorial. Madrid, 1993, 1ª edición. Págs. 16-17.

⁸ *Ibidem*.

⁹ *Ibidem*.

¹⁰ *Ibidem*.

¹¹ *Diccionario de la Lengua Española*. Versión en CD-ROM de la 21ª edición del Diccionario usual de la Real Academia Española. Una definición muy similar la encontramos en el *Diccionario del uso del español María Moliner*. Editorial Gredos. Madrid, 1986.

¹² *Diccionario de la Lengua Española*, *op. cit.* Una definición muy similar la encontramos en el *Diccionario ideológico de la Lengua Española Julio Casares de la Real Academia Española*. Editorial Gustavo Gili. Barcelona, 1984, 2ª edición.

¹³ **SÁNCHEZ MARTÍNEZ, Francisco**. “La Astronomía, experiencia en marcha de un turismo cultural en Canarias”, en un texto preparado con motivo de un congreso de tour-operadores celebrado en Tenerife en 1997.

¹⁴ Recogido en una información de C.G. Santa Cecilia titulada “Emilio Lamo plantea la primacía de la ciencia sobre la cultura”, publicada en *El País*, 21/5/96.

¹⁵ *ABC Cultural*, 1996. Crítica al libro *¿Qué sabemos del universo?*, de Juan Pérez Mercader.

¹⁶ Real Decreto 762/96, publicado en el BOE el 6 de mayo de 1996.

¹⁷ **MOSTERÍN, Jesús**. “Ciencia y humanidades”, en *El País*, 2/12/98.

¹⁸ Recogido en una información de Elisa Fernández Santos titulada “Martín Municio considera la ciencia parte inseparable de la cultura”, publicada en *El País*, 17/12/96.

¹⁹ **FERNÁNDEZ-RAÑADA, Antonio**. *Los muchos rostros de la ciencia*. Premio Internacional de Ensayos Jovellanos 1995. Ediciones Nobel. Oviedo, 1995. Pág. 10.

²⁰ *Ibidem*.

²¹ *Ibidem*. Pág. 11. Esta crítica a los medios de comunicación la veremos formulada y comentada más adelante.

²² **SAMUELSON, Robert. J.** “El efecto 2000, o la falta de prudencia”, en *El Mundo*, 21/12/98. Dirección en Internet: <http://www.el-mundo.es/1998/12/21/economia/21N0127.html>.

²³ Sobre este frecuente equívoco de nuestros días véase la Quinta Parte.

²⁴ Recogido en la entrevista de Xavier Duran titulada “Hacer ciencia no es sólo investigar”, publicada en *La Vanguardia*, 17/2/90.

²⁵ *Ibidem*.

²⁶ **PRIGOGINE, Ilya**. *Las leyes del caos*. (Les lois du chaos). Trad. por Juan Vivanco y revisión de Javier García Sanz. Crítica (Grijalbo Mondadori). Drakontos. Barcelona, 1997. Pág. 14. La expresión *the arrow of time* (la flecha del tiempo) fue acuñada por el astrónomo británico sir Arthur Eddington en 1927.

²⁷ *Ibidem*. Págs. 14 y 15.

²⁸ *Ibidem*. Pág. 15.

²⁹ *Ibidem*. Pág. 16.

³⁰ *Ibidem*. Pág. 110.

³¹ *Ibidem*. Pág. 112.

³² Recogido en una información de L.G.C. titulado “El libro científico, una oferta variada y masiva que necesita clarificarse”, publicada en *Diario 16*, 8/1/87.

³³ **BROCKMAN, John**. *La tercera cultura. Más allá de la revolución científica*. (The Third Culture. Beyond the Scientific Revolution). Trad. por Ambrosio García. Tusquets Editores. Barcelona, marzo de 1996. 1ª edición. Pág. 13.

³⁴ *Ibidem*. Págs. 13-14.

³⁵ *Ibidem*. Pág. 14.

³⁶ *Ibidem*.

³⁷ *Ibidem*.

³⁸ Recogido en **SÁNCHEZ RON, José Manuel**. “Ciencia, Tecnología y Literatura”, en *El País*, 26/9/98.

³⁹ **CUETO, Juan**. “Mirar estrellas”, en *El País Semanal*, 26/7/98. N. 1.139.

⁴⁰ Aunque divulgación y difusión cultural son términos que pueden considerarse sinónimos, y así nos referiremos indistintamente a la “difusión cultural” y a la “divulgación científica”, conviene aclarar aquí que, a nuestro entender, existe un matiz diferenciador entre la acción de “difundir” y la de “divulgar”, en el sentido que apunta el *Diccionario del uso del español María Moliner, op. cit.* *Difundir* procede del latín *diffundere* o *fundere*, que significa “propagar, esparcir”, y la definición es “hacer que una noticia, una doctrina, etc. sea conocida o aceptada por más gente”. En esta definición se incide en un aspecto cuantitativo: el número de personas que pueden disponer de esa información y que determinará el grado de aceptación. El periodismo científico siempre hace “difusión” al informar, por ejemplo, de un descubrimiento. *Divulgar* procede del latín *divulgare*, derivado de *vulgus*, que significa “el común de la gente popular”) y la definición es “hacer llegar cierto conocimiento al vulgo o a las personas ajenas al campo a que corresponde específicamente ese conocimiento” y “poner al alcance de la generalidad de la gente algo que antes estaba reservado a la minoría”. En estas definiciones, sin

embargo, el énfasis se pone en el aspecto cualitativo: la condición de no experta de la mayoría que tiene acceso a esa información. Como veremos, el periodismo científico no siempre hace “divulgación”. Pensamos que de acuerdo con las anteriores definiciones, el término *divulgación* lleva implícito el de *difusión*, razón que a veces determina nuestra opción terminológica, aunque -insistimos- la diferencia es sutil.

⁴¹ **Diccionario de la Lengua Española**, *op.cit.* Definiciones muy similares la encontramos en el **Diccionario ideológico de la Lengua Española Julio Casares de la Real Academia Española**. *op. cit.*

⁴² **MOSTERÍN**, *op. cit.* Pág. 111.

⁴³ *Ibidem.*

⁴⁴ *Ibidem.*

⁴⁵ **GUTIÉRREZ RODILLA, Bertha M.** *La ciencia empieza en la palabra. Análisis e historia del lenguaje científico*. Ediciones Península. Barcelona, octubre de 1998, 1ª edición. Pág. 315.

⁴⁶ *Ibidem.*

⁴⁷ *Ibidem.* Pág. 316.

⁴⁸ Entrevista de Mónica Salomone con Ignacio García de la Rosa, en *El País*, 26/4/95.

⁴⁹ **SAGAN, Carl.** *Cosmos*. (Cosmos). Trad. por Miquel Muntaner i Pascual y M. del Mar Moya Tasis. Editorial Planeta. Barcelona, 1987, 3ª edición. Págs. 184-185.

⁵⁰ *Ibidem.* Págs. 184-185.

⁵¹ *Ibidem.* Págs. 187-188.

⁵² **KUHN, Thomas S.** “Las historias de la ciencia: Mundos diferentes para públicos distintos”, en la obra colectiva *Historias de las Ciencias*. Coordinadores: Antonio Lafuente y Juan J. Saldaña. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Colección Nuevas Tendencias). Madrid, 1987. Vol. 5. Pág. 7.

⁵³ **FERNÁNDEZ-RAÑADA**, *op. cit.* Pág. 12.

⁵⁴ *Ibidem.* Pág. 18.

⁵⁵ **COLLINS, Harry, y PINCH, Trevor.** *El gólem. Lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia* (The Golem: What Everyone Should Know about Science). Trad. por Juan Pedro Campos. Crítica. Grijalbo Mondadori. (Drakontos). Barcelona, 1996 (e.o. 1993).

⁵⁶ Véase **PÉREZ GARCÍA, Carlos.** “La guerra de las ciencias”, en *Quark*, N. 10. Dirección en Internet:

<http://www.imim.es/quark/num10/articulos.htm>.

⁵⁷ Criatura de gran fuerza de la mitología hebrea que dada su torpeza e ignorancia puede hacer el bien o el mal indistintamente. Con esta imagen se identifica a la ciencia en el libro de Collins y Pinch.

⁵⁸ El título era “Towards a transformative hermeneutics of quantum gravity” (Hacia una hermenéutica transformativa de la gravedad cuántica”).

⁵⁹ Véase el artículo de Edward Rothstein (NYT) “Batalla entre físicos y metafísicos”, en *El País*, 5/1/99. En este artículo se informa de la repercusión que está teniendo el polémico libro de Sokal y otro físico teórico, Jean Bricmont, titulado *Disparates de moda: el abuso de la ciencia por parte de los intelectuales posmodernos*.

⁶⁰ *Ibidem.* Pág. 36.

⁶¹ *Ibidem.* Pág. 23.

⁶² *Ibidem.* Pág. 37.

⁶³ Curso organizado por la UIMP en Valencia del 12 al 15 de septiembre de 1994.

⁶⁴ Recogido en **CALVO HERNANDO**, “Un periodista...”, *conf. cit.*

⁶⁵ **MARTÍNEZ SÁEZ, Luis A.** “Cultura científico-técnica, ¿una contradictio in términis? Hacia una integración de la tecnociencia en la cultura”, en el I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia. Granada, del 25 al 27 de marzo de 1999. (Libro de resúmenes).

⁶⁶ **FERNÁNDEZ DEL MORAL, Javier.** *Modelos de comunicación científica para una información periodística especializada*. Editorial Dossat. Madrid, 1983. Pág. 23.

⁶⁷ **WILLEMS, Jaap.** “The risks of popularizing science and technology”, en *Iota*. Summer 1994, boletín editado por la Foundation for Public Information on Science, Technology and the Humanities (Stichting PWT). Utrecht, The Netherlands.

⁶⁸ **FERNÁNDEZ-RAÑADA**, *op. cit.* Pág. 153.

⁶⁹ **GUTIÉRREZ RODILLA**, *op. cit.* Págs. 318-319.

⁷⁰ Expresión utilizada por el periodista Manuel Montes en su respuesta a nuestro cuestionario.

⁷¹ Opinión de la periodista Mónica Salomone expresada en su respuesta a nuestro cuestionario.

⁷² **FAYARD, Pierre.** “Los cosacos no acuden nunca a la cita”, en *La Vanguardia*, 21/4/90.

⁷³ Véase “La propuesta Conant” en **FERNÁNDEZ-RAÑADA**, *op. cit.* Págs. 151-161.

⁷⁴ Museos, planetarios y centros de divulgación científica españoles que firman la *Declaración de La Coruña*, el 21 de marzo de 1997, en el marco de la I Reunión Nacional de Centros de Divulgación Científica: Casa de las Ciencias, La Coruña; Museo de la Ciencia, Barcelona; Museo de la Ciencia de Alcobendas, Madrid; Planetario de Pamplona; Parque de las Ciencias, Granada; Museo de la Ciencia y el Cosmos, Tenerife; Planetario de Castelló; Museo de la Ciencia de Murcia; Museo de Zoología, Barcelona; Ciudad de las Artes y de las Ciencias, Valencia; Museo Escolar de Ciencia y Tecnología, Málaga; Museo de la Ciencia de Castilla-La Mancha; Museo de la Ciencia y la Tecnología, Las Palmas de Gran Canaria; Proyecto de Museo de la Ciencia de Valladolid; y Proyecto de Museo de la Ciencia de Extremadura.

⁷⁵ Fue reproducido por *Diario de Avisos*, 20/6/91.

⁷⁶ **DE SEMIR, Marc.** “La aventura del conocimiento. Viaje por la ciencia europea”, en *Ciencia & Vida*, N° 5 julio de 1998. Págs. 50-57.

⁷⁷ **AMAT, Nuria.** *De la información al saber*. Fundesco. Madrid, 1990. Pág. 45.

⁷⁸ *El País*, 5/10/97

⁷⁹ **MORRISON, Philip and Phylis** (and The Office of Charles and Ray Eames). *Powers of ten. A book about the relative size of things in the universe and the effect of adding another zero*. Scientific American Library. New York, 1982.

⁸⁰ En comparación, tanto la enseñanza universitaria como la dirección de tesis y tesinas se valorarán con un máximo de 10 puntos.

⁸¹ **CALVO HERNANDO, Manuel.** “Ideas sobre un Programa de Difusión de la Ciencia al Público”, documento aportado por el autor.

⁸² “Reencuentro de las dos culturas”, entrevistas recogidas en el suplemento especial de *IAC Noticias* con motivo de la *V Canary Islands Winter School of Astrophysics*, titulada “The formation of galaxies” (La formación de galaxias) y celebrada en el Puerto de la Cruz (Tenerife), del 6 al 17 de diciembre de 1993. Págs. 22-23.

⁸³ *El País*, 5/5/98

⁸⁴ **KUHN**, *op.cit.* Pág. 8.

⁸⁵ **FAYARD**, *art. cit.*

⁸⁶ **SAGAN**, *op. cit.* Pág XIII de la Introducción.

3. DE LA COMUNICACIÓN CIENTÍFICA PÚBLICA A LA INFORMACIÓN PERIODÍSTICA ESPECIALIZADA

Después del recorrido filosófico por la especialización del conocimiento y de la perspectiva sociológica del fenómeno de la cultura científica y su divulgación que hemos analizado en los capítulos anteriores, dedicaremos el presente a los fundamentos de la especialización periodística. Aquí introduciremos los conceptos básicos, aunque no por ello fáciles de definir, de *comunicación e información* y, en especial, sus compuestos *comunicación científica pública e información periodística especializada*. El ámbito específico del *periodismo científico* será objeto de un capítulo posterior.

3.1. Comunicación e información

El debate a propósito de estos dos términos y los conceptos que abarcan ha generado -y sigue generando- abundante bibliografía. Para nuestro estudio recurriremos a definiciones prestadas de algunos autores y valoraremos la riqueza semántica que encierran estas dos palabras.

La *comunicación* es la capacidad que poseen los seres vivos de intercambiar *información* entre sí. Es una necesidad personal y social en los llamados "actores humanos", mucho mejor dotados que los demás actores para esta actividad. "Nuestra especie ha capitalizado las conquistas comunicativas de las especies que nos antecedieron", señala el Prof. Manuel Martín Serrano. "La comunicación humana -explica- se refiere, como la animal, a los estados del propio actor y de su ecosistema natural, pero además hace referencia al ecosistema artificial que el propio hombre ha producido, y al universo gnoseológico de la cultura, las ideas y los valores".²

En la teoría de la Información, *comunicación* es la utilización de un código para la transmisión de un mensaje. La *información* es, por su parte y en un sentido amplio, “el conjunto de datos o de ideas que en forma de mensaje sirve para comunicar”³, lo que constituye su fin último, según Javier Fernández del Moral. Una definición más encuadrada en la teoría matemática la proporciona Ralph W.L. Hartley, para quien la *información* es “la medida de la reducción de la incertidumbre que se tiene del emisor, por medio de un mensaje”⁴.

La *información* puede ser entonces tanto “medida de la comunicación” como “contenido de la comunicación”, “comunicación o adquisición de conocimientos que permiten ampliar o precisar los que se poseen sobre una materia determinada”⁵ y, al mismo tiempo, los “conocimientos así comunicados o adquiridos”⁶.

Comparando *información* y *comunicación*, hay quien prefiere definir estos términos por el procedimiento de la contradicción lógica: lo contrario de la *información* es la “ignorancia”, mientras que lo contrario de la *comunicación* es la “soledad”⁷.

Sin duda estamos, como vemos, ante términos muy polivalentes en la actualidad. Según Fred Dretske, en su libro *Conocimiento e Información*⁸, el término *información* se ha convertido en una palabra “comodín”, con el suficiente poder de sugestión para satisfacer toda una serie de explicaciones. “Su utilización en telecomunicación y en la tecnología computacional -señala- le confiere el alma de algo duro y técnico y, sin embargo, sigue siendo lo suficientemente esponjosa, flexible y amorfa como para poder contribuir a estudios cognitivos y semánticos”⁹.

El término *información* abarca un significado desde lo objetivo y cuantificable hasta lo abstracto, desde las pulsaciones eléctricas que se deslizan por un alambre de cobre hasta el mensaje que transmiten esas mismas pulsaciones. “Esta ambigüedad -explica Dretske- es útil para muchos fines. Le permite a uno hablar, por ejemplo, de que la información se recoge, se procesa y se transmite a los centros cognitivos superiores en los que se utiliza para controlar la respuesta de un organismo a su entorno”¹⁰.

Del libro de Dretske nos interesa su idea de que la información es algo que, dado el destinatario adecuado, puede proporcionar conocimiento: “Lo que podemos llegar a saber tanto en términos de contenido como de cantidad está limitado por la información disponible. Además, la información se puede transmitir, recibir, intercambiar, almacenar, perder, recuperar, comprar y vender”¹¹.

Nuria Amat concluye que información, conocimiento y saber son tres aspectos de la comunicación científica que pueden darse por separado o bien conjuntamente siguiendo la dependencia o relación siguiente:

información → conocimiento → saber¹²

3.2. Comunicación científica

La *comunicación científica* es un fenómeno social, una necesidad humana y un servicio público¹³. Los atributos sociales que algunos autores confieren a la *comunicación*, como vigilancia del entorno, actitud favorable al cambio, enseñanzas para la adaptación del individuo, creación de un clima propicio para el desarrollo,... son perfectamente asumibles en el caso de la *comunicación científica*. Los sistemas de comunicación son necesarios para la ciencia dado que ésta define a la sociedad actual, que a su vez es la *sociedad de la multi-información*¹⁴. Aunque lo obvio es que no hay ciencia sin sociedad, nosotros pensamos que no hay sociedad sin ciencia ni ciencia sin comunicación.

Para complicar aún más la terminología, también se denomina *comunicación científica* a la ponencia presentada por un científico en un congreso. En este caso, se admite el plural: *comunicaciones científicas*.

3.2.1. Modelo de comunicación científica

En su libro *Modelos de comunicación científica para una información periodística especializada*, Javier Fernández del Moral planteaba la necesidad de un modelo de comunicación dentro de la ciencia con el fin de “superar el actual aislamiento de los

diferentes especialistas y el restablecimiento -a través de la labor sintetizadora- del avance de la ciencia dentro del contexto de la segunda revolución científica¹⁵.

Según este autor, es esa incomunicabilidad dentro de la propia ciencia la que está impidiendo, además, la gran comunicación a nivel de masas que nuestra sociedad necesita para poder obtener una respuesta ideológica¹⁶.

El modelo que propone Fernández del Moral aplica a la ciencia la Teoría General de la Información, la Informática o Cibernética, el Proceso de Comunicación y, especialmente, la Teoría General de Sistemas, que a nosotros nos interesa destacar especialmente.

Teoría General de Sistemas

De todas las teorías y modelos que pueden aportar fundamentos para una comunicación científica es la Teoría General de Sistemas "la primera respuesta sistemática y científica a la creciente especialización y a su consiguiente pérdida de contacto interdisciplinario"¹⁷, apunta Fernández del Moral.

Esta teoría fue formulada por un biólogo, Ludwig von Bertalanffy, en los años sesenta. Parte del hecho de que, a pesar de la creciente especialización fruto del desarrollo científico, distintas ciencias con distintos contenidos e independientes parten de los mismos principios, trabajan con conceptos similares y emplean métodos y modelos análogos. "Parece que se dan relaciones isomórficas entre distintas ciencias con la consecuencia de que pueden intercambiar sus experiencias y sus resultados sin consideración a su contenido, a la naturaleza de sus componentes y a la especificidad de las relaciones entre ellos"¹⁸. Bajo estos supuestos, Fernández del Moral ve posible la formación de una teoría o modelo multidisciplinario.

Los niveles de comunicación en la ciencia

En este modelo, Fernández del Moral distingue tres niveles de comunicación científica. En el primero encontramos a los especialistas en aquellas materias que han conseguido el rango de especialidad, separándose incluso de la rama común de la

que partieron. A esta categoría pertenecen, por ejemplo, las especialidades de la física, y entre ellas la astrofísica. Dentro de este nivel, los científicos aún se comprenden entre sí. Teóricamente, la comunicación es aún posible.

En el segundo nivel se encuentran los científicos de un área de conocimiento a la que se le haya concedido la categoría de ciencia. A este nivel pertenecen las distintas ciencias experimentales: química, física, biología, matemáticas, ... Los científicos de una de estas ciencias no pueden aspirar a estar al día de todos los avances en las otras.

En el tercer nivel se encuentran todas las ciencias divididas en humanísticas y experimentales. Aquí, como hemos visto, la comunicación prácticamente no existe.

Los niveles de comunicación en la sociedad

Para poder abordar la comunicación entre la ciencia y la sociedad, Fernández del Moral también distingue tres niveles de comunicación en la sociedad, correspondientes a tres niveles de cultura: *cultura de élite*, en el que se integran los científicos, *cultura media* y *cultura de masas*.

La ciencia puede entrar a formar parte de la *cultura de masas* por dos caminos. Uno es a través de la propia élite cultural a la que pertenecen los científicos; la comunicación se produce entonces dentro de la sociedad, del estrato de mayor nivel cultural a los de niveles inferiores. El otro camino es la comunicación directa del tercer nivel científico con cada uno de los niveles de la sociedad.

3.3. Comunicación científica pública

La *comunicación científica pública* es una expresión relativamente reciente que abarca el conjunto de actividades de comunicación relacionadas con la divulgación de la cultura científica, las cuales abordamos en el capítulo anterior. Se basa en los efectos sociales del progreso científico y no se limita a los medios informativos, constituyéndose como empresa de comunicación dentro de un mercado regulado por la ley de la oferta y la demanda.

El Prof. Pierre Fayard considera que la información científica para el público se ha convertido en una apuesta crucial para las sociedades contemporáneas, en las que verdaderas empresas mediáticas suceden a las esporádicas manifestaciones de la divulgación espontánea¹⁹. Según este investigador, la comunicación científica pública se inserta en el conjunto de las industrias culturales, dentro del movimiento generalizado de profesionalización y rentabilización de las actividades de comunicación²⁰.

La democracia tecnológica, la necesidad de comunicar para existir, la innovación social para adaptarse a los cambios científicos y técnicos así como el problema de las relaciones entre la ciencia y la sociedad constituyen los motores de esta industria. Entre los actores que intervienen se encuentran, según Fayard, los poderes públicos, los centros de investigación, los *partenaires* económicos, los medios de comunicación y la opinión pública.

En cuanto a las funciones de la *comunicación científica pública*, Fayard le asigna las siguientes: el fomento de los valores, la gestión de opinión, la actualización de conocimientos, la integración mediática y la información crítica.

El interés actual por la *comunicación científica pública* y todas sus variantes terminológicas se refleja en el hecho de que se han convertido en tema recurrente de cursos y congresos. Ya en 1991, del 21 al 24 de mayo, se celebró en Madrid el congreso titulado "Comunicación pública sobre ciencias y tecnologías (CPCT)²¹", organizado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). En 1998, la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP) también organizó en Santander, del 9 al 11 de septiembre, un curso sobre "Comunicación pública de la ciencia". La última reunión de estas características llevaba por título "I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia", celebrado en Granada, del 25 al 27 de marzo de 1999, y organizado por la UNESCO, el Parque de las Ciencias, la Universidad de Granada, la Junta de Andalucía y el CSIC.

El objetivo de todas estas reuniones redunda en la misma idea: "La velocidad y calado de los cambios que el desarrollo científico implica -se dice en el folleto de la última convocatoria- exige una mayor participación social y nuevas estrategias de

acceso permanente a la cultura científica. En este marco, la comunicación y divulgación están llamadas a desempeñar una función cada vez más decisiva en las sociedades democráticas. La ciencia debe normalizarse como una parte más de la cultura".

3.4. Información científica

La *información científica* es un concepto con varias interpretaciones. Puede referirse a la sociedad en general, "en cuyo caso -señala Fernández del Moral-, el proceso de esa información se consideraría a la luz de la información periodística"²².

También puede referirse exclusivamente a los científicos, "el adjetivo que califica a la información constituye ya de por sí un elemento que condiciona el mismo proceso de esa información"²³.

Por último, se utiliza la expresión *información científica* "para denominar sistemas de información de la propia ciencia, o que la ciencia proporciona a los demás; en ese caso, el proceso informativo también se modificaría notablemente aun dentro de un mismo apartado informativo".²⁴

3.5. Información periodística

La *información periodística* viene determinada por cuatro características que la definen y condicionan: *actualidad*, *universalidad*, *periodicidad* y *difusión*²⁵. Las dos primeras se refieren al contenido mientras que las dos últimas aluden a la forma.

Si nos centramos en el periodismo escrito, la *actualidad* es una prioridad absoluta relacionada con el tiempo en que se vive y que da gran fuerza al medio. Se diferencia de la *novedad* en que la *actualidad* se corresponde con el interés, no con el conocimiento. Es *actualidad* lo que nos interesa y preocupa en estos momentos, las últimas noticias, mientras que es *novedad* lo que acabamos de conocer. Un tema puede ser actual sin ser nuevo. En el caso de la ciencia, la *novedad* y la *actualidad* coinciden en muchos casos.

La *universalidad* condiciona el contenido del periódico que, si bien no puede abarcar todos los aspectos de la naturaleza, sí debe proporcionar un conocimiento de lo que Otto Groth llama "mundos presentes de los lectores"²⁶. Para evitar la dispersión periodística, la *universalidad* debe parcelarse por áreas o especializarse.

La *periodicidad*, conectada etimológicamente con *periódico* y *periodismo*²⁷, ha variado históricamente según las condiciones sociales y culturales y ha dependido del progreso técnico. De nuevo, el periódico sólo puede dominar la realidad si la parcela en períodos cortos y exactos de tiempo. La *periodicidad* permite informar constante y puntualmente al público no sólo por los acontecimientos en sí mismos, sino también por la demanda de unos lectores acostumbrados a recibir esa información en un determinado momento. Gracias a la *periodicidad*, y con ella la repetición, se forma una comunidad y se asegura la penetración eficaz de los contenidos en un público más amplio, al no estar sujeta a la casualidad la recepción de las noticias.

La *difusión* significa la accesibilidad o la facilidad con que el público puede acercarse a los contenidos periodísticos. Puede referirse tanto a la mayor circulación o eficacia en la cadena de distribución como a la probabilidad de que los contenidos interesen o sean comprendidos por los lectores. Sólo con un periodismo especializado pueden satisfacerse las demandas de presencia y de atención de los *mundos presentes* de Groth.

3.6. Información periodística especializada

Con la división del trabajo, "el hombre –explica Enebral Casares- no hizo sino reproducir a escala social lo que la evolución de los seres vivos había hecho -hace millones de años- a nivel celular: los organismos unicelulares, en su búsqueda de emancipación de las condiciones ambientales, aumento de la eficacia en su utilización, y extensión correlativa de su dominio sobre el entorno, primeramente se agruparon ... en 'cenobios' o comunidades; luego iniciaron un reparto de competencias entre cada uno de los grupos celulares reunidos en comunidad, y

finalmente llegan a nivel individual hasta una diferenciación muy especializada de funciones".²⁸

Para hacer frente a la especialización del conocimiento y a la espera de una nueva síntesis surge, paradójicamente, la disciplina llamada *información periodística especializada*; pero no en el sentido de parcelar el periodismo sino, como apuntan Javier Fernández del Moral y Francisco Esteve Ramírez, "para hacer de cada especialidad algo comunicable, objeto de información periodística, susceptible de codificación para mensajes universales"²⁹. La especialización periodística es, además, "una exigencia de la propia audiencia, cada vez más sectorizada" y "una necesidad de los propios medios por alcanzar una mayor calidad informativa y una mayor profundización en los contenidos"³⁰. Aun así, y como sucede con la especialización del conocimiento, que muchos consideran una limitación del saber humano, la especialización periodística también provoca enfrentamientos dialécticos.

La especialización afecta tanto a los contenidos como a la infraestructura de los medios, aunque en este capítulo sólo nos referiremos al primer caso. La *información periodística especializada* resulta de sumar la *información periodística* a la *información especializada* (en nuestro caso, *científica*), que debe existir previamente.

3.6.1. La especialización periodística en España

El periodismo especializado surge "como un reto a la misma esencia de la comunicación de masas, intentando hacer periodísticos fenómenos que no habían podido pertenecer a esa categoría"³¹, señalan los profesores Pedro Orive y Concha Fagoaga, en su libro "La especialización en el periodismo". En este manual, escrito en 1974, ya anunciaban que el nuevo periodismo exigiría, a todos los que formaran el equipo de una redacción, ser "especialistas en el contenido de determinadas áreas para tratar el tema con la mayor profundidad posible".³²

Asimismo, estos autores señalan que en España, hasta mediados de los años sesenta, no se vislumbraba gran variación de contenidos. Fue a partir de 1966, sobre todo con la Ley de Prensa, que diversificaba el área económica, cuando la situación cambió

para el periodismo español. "Hasta entonces puede afirmarse que la vida nacional se reducía a la vida política oficial -cortes, cámaras oficiales-, con material suministrado fundamentalmente por la agencia *Cifra*. A partir de esa fecha, *Logos* y *Europa Press* vigorizan su actividad ofreciendo un material al que las redacciones dan una buena acogida"³³. Y añaden Orive y Fagoaga: "La reelaboración de material llegado a la redacción se hace cada vez más importante y esto influye decisivamente en la formación de nuevas áreas que dan al periódico un aspecto más diversificado en sus contenidos"³⁴.

3.6.2. Nueva estructura de la información

De las tres etapas del periodismo contemporáneo -ideológica (S XIX-1920), informativa (1920-1955) y explicativa (1956-)-, la última es, según los teóricos de la comunicación, la más propicia a la especialización por lo que de interpretación y profundidad subyace en este nuevo tratamiento de la actualidad. La especialización ha ido surgiendo en aquellos medios más preparados para el género explicativo frente al informativo, es decir, en la prensa escrita³⁵.

Como estructura de la información, Orive y Fagoaga definen la *especialización* como "aquella estructura que analiza la realidad proporcionando a los lectores una interpretación del mundo lo más acabada posible, acomodando el lenguaje a un nivel en que se determine el medio y profundizando en sus intereses y necesidades. Como un servicio a la sociedad actual que continuamente refleja los diferentes estados de las opiniones públicas"³⁶.

Estos autores confieren a la especialización periodística una potencialidad de claro signo social:

... la especialización ... diagnostica los problemas de la sociedad actual según el área en que se inserten, discute las posibles soluciones y sirve para formar a sus lectores en una conciencia crítica. Ofrecer todos los posibles elementos de juicio es el objetivo, ayudando a dar al lector una información-total en el área determinada por su especialización, y clarificando las posiciones que se enfrentan en el quehacer de la vida política y social. Aumenta el conocimiento mutuo como vía para la participación en la pluralidad. Una información especializada sería más precisa y completa, no forzosamente más extensa, equilibraría la cantidad de palabras con la calidad de su tratamiento, ofreciendo datos útiles para la reflexión. Una redacción formada por especialistas con áreas delimitadas tendrá más facilidad para reducir la montaña de trivialidades que llegan interrumpidamente a una

redacción cualquiera, ahorrando espacio y tiempo. Puesto que ya no basta con una información aunque ésta sea veraz en sus propios términos, sino que se trabaja en una teoría de la profundidad, el periodista especializado se convierte así en un selector de "bluffs" y de algún modo asegura el diálogo entre éste y los lectores, necesario para la subsistencia futura del medio.³⁷

La especialización del periodista encuentra su papel dentro de la crisis de la cultura de masas al ofrecer el soporte capaz de vertebrar el periodismo en una sociedad con nuevos y grandes medios de difusión. Según Orive y Fagoaga, "se vislumbra ya una filosofía de la especialización -con raíces endógenas³⁸ y exógenas³⁹- que dará un nuevo sentido no sólo al quehacer profesional de cada día sino a las propias ciencias de la información, necesitadas de investigaciones de campo en esta línea que enriquezcan su contenido y metodología."⁴⁰

Y concluyen estos autores:

La especialización -mejor si se quiere decir expertización con universalidad- está llamada a convertirse no sólo en la columna vertebral de un nuevo periodismo que sirva mejor a los intereses de la sociedad, sino en el crisol fundente de una nueva concepción de la empresa informativa.⁴¹

3.6.3. Disciplina académica

Pedro Orive, como catedrático de Estructura de la Información Periodística, recuerda que la asignatura Información Periodística Especializada nació primero con el nombre de Periodismo Especializado. Hoy es una disciplina de segundo ciclo, impartida en el quinto curso de la Sección de Periodismo, después de Estructura de la Información Periodística (cuarto curso), "y respecto a la cual supone una continuación del enfoque sistémico y estructural, que caracteriza a la materia que da nombre al Departamento que las agrupa en la Facultad de Ciencias de la Información de la Universidad Complutense"⁴².

Actualmente, en las 18 universidades españolas que tienen facultades de ciencias de la información o de la comunicación, en el programa de la mayoría de ellas se imparte una asignatura relacionada con la especialización periodística que aquí

analizamos. Como Periodismo Científico –especialización que desarrollamos en el siguiente capítulo- sólo figura en cuatro de ellas: la Universidad de La Laguna (asignatura cuatrimestral obligatoria de cuarto curso), la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona (optativa y cuatrimestral), la Universidad Europea de Madrid-CEES (optativa) y la Universidad Internacional de Catalunya (optativa). En los últimos años han surgido otras denominaciones, como Información Científica y Técnica, Periodismo de Divulgación Científica o Información Cultural y Científica. En el resto, se integra en las cátedras de Periodismo Especializado o Información Periodística Especializada.

También a nivel académico se ha creado el Observatorio de la Comunicación Científica (OCC)⁴³, un centro especial de investigación de la Universidad Pompeu Fabra, vinculado a los Estudios de Periodismo. El objetivo general del OCC es el estudio de todas las fases del proceso de comunicación social cuyos contenidos sean comunes al mundo de la ciencia, la medicina y la tecnología, así como el estudio de las relaciones entre ciencia, periodismo y sociedad.

La Universidad Pompeu Fabra también organiza todos los años un Máster de Comunicación Científica que permite la especialización en los ámbitos de la Medicina y el Medio Ambiente. La Universidad de Salamanca, por su parte, organiza un Máster en Ciencia, Tecnología y Sociedad: Cultura y Comunicación en Ciencia y Tecnología.

Relación con otras materias

La *información periodística especializada*, en su tarea de intercomunicación de saberes, se relaciona con otras materias más o menos afines⁴⁴.

En común con otras disciplinas de ciencias de la información tiene el hecho de que busca la comunicación de masas del mensaje especializado (teoría de la comunicación), con distintos géneros y estilos periodísticos (redacción periodística), que necesita una sólida base documental (documentación) y debe atender la demanda de contenido que precisan los nuevos medios (nuevas tecnologías de la información).

Dado que "no hay relaciones sociales sin información"⁴⁵, la *información periodística especializada* se acerca a la sociología, a la que "roba" metodología para análisis de contenidos especializados. También se relaciona con la psicología, debido a la influencia del factor humano en el proceso comunicativo, con la lingüística, que considera la comunicación una función central del lenguaje, y la semiología, que estudia los signos y las leyes que los rigen.

Desde el momento en que todo ciudadano tiene derecho a una información veraz y objetiva, se precisa una mayor profesionalización y especialización de los responsables de la información. Además de este vínculo con derecho, la *información periodística especializada* también conecta con la educación al ser un instrumento para la difusión cultural.

3.6.4. La función del periodista especializado

Martínez Albertos propone una visión de la función del periodista que denomina *sociolingüística* y que debe ser entendida desde la perspectiva del *operador semántico*. "El periodista, en cuanto a operador semántico, es la persona que por medio de su trabajo consigue hacer llegar a sus conciudadanos todos los datos de interés general que son necesarios para que los públicos entiendan el significado y la posible proyección futura de los acontecimientos públicos"⁴⁶. Y dentro de esta visión sociolingüística añade las expresiones de codificador y de mediador entre ciudadanos y gobernantes o (más simple y llanamente) *mediador social*.

Al inclinarnos por la denominación *mediador social*, porque sirve mejor para describir los cometidos de los periodistas dentro de las sociedades democráticas contemporáneas, en realidad intentamos evitar los dos escollos más habituales en que tropiezan la mayor parte de los teóricos y de los pragmáticos de las comunicaciones de masas: el exceso que surge de la inapropiada equiparación entre la actividad periodística y la actividad política (es el pecado de quienes dicen o simulan creer que el periodismo es el cuarto poder), y el defecto que tiende a reducir el campo de la comunicación periodística a un ámbito selecto al que sólo unos pocos tienen acceso por derecho propio (es la reducción corporativista de algunos profesionales de la información -propietarios y periodistas-, para quienes el derecho de la información es pura y simplemente el ejercicio posible de la libertad de expresión.⁴⁷

Para Martínez Albertos, la tarea del periodista consiste en clasificar la realidad histórica que nos envuelve, para comunicarla después a los receptores de los medios, con informaciones y comentarios. "Esta tarea de codificación y ordenación de la

realidad requiere unos determinados conocimientos técnicos, una sabiduría técnica especializada propia de expertos en el decir y en la utilización adecuada de los lenguajes técnicos y científicos del tiempo en que vivimos"⁴⁸.

Orive y Fagoaga subrayan en su libro que el periodista actúa como uno de los individuos más alertados al cambio social, "más opuesto a medidas inhibitorias y mentalidades cerradas, con un universo de conocimientos que siente la necesidad de ser ampliado y por ello debe estar especializado en algún aspecto"⁴⁹. Pero añaden estos autores que el periodista elige su profesión por su curiosidad universal y por su capacidad crítica, "por lo que debe mantener viva la capacidad dialéctica, no polarizándose exclusivamente en su especialidad"⁵⁰.

Aun así, existen diferencias entre el periodista convencional y el especializado. A este último Orive y Fagoaga le atribuyen las siguientes cualidades⁵¹:

- Rasgos de personalidad: concentración y serenidad.
- Nivel formativo: rigor científico y técnico, compatible con el de cualquier titulado, y concreción, sin desatender la universalidad como marco de referencia.
- Rendimiento profesional: aprovechamiento óptimo de la actividad y a base del menor esfuerzo.
- Grado de fiabilidad: absoluto y en constante crecimiento.

3.6.5. Los límites de la especialización

La especialización necesaria para tratar ciertos contenidos sometidos a la presión de la actualidad no está exenta de dificultades. Orive y Fagoaga apuntaban los siguientes factores "neutralizadores":

- El desinterés por esta cuestión a nivel de formación, siendo la única vía de la especialización la de ser autodidacta o la de adquirir otra licenciatura.
- La escasez del número de profesionales en el "staff" del periódico, que da lugar al desbordamiento de la posible área acotada ante la sucesión de la actualidad, con la consiguiente superficialidad y sensacionalismo de la información.

- El desinterés por parte de financieros y directores hacia esta especialización.
- La inadecuación del espacio y, consecuencia de ello, la deficiencia de unos servicios de documentación y archivo de especialidades temáticas por parte del medio.
- El bajo nivel cultural redaccional.⁵²

Algunos de estos factores serán analizados con más detenimiento en el siguiente capítulo.

3.6.6. Periodismo especializado en Canarias

Si bien, como veremos, el periodismo científico en Canarias aún no se ha desarrollado lo suficiente, sí se da, en cambio, un tipo de periodismo especializado relacionado con un factor importante de las Islas: el turismo. El Prof. Ricardo Acirón Royo, que ha estudiado esta modalidad periodística, dice que el turismo “no sólo puede y debe alumbrar específicos medios de comunicación social, sino simultáneamente, generar mensajes, en secciones expresas o no, de los periódicos y emisoras de carácter general y, en una y otra situación, sería necesario hablar de Periodismo Especializado”⁵³.

Este periodista recomienda que a esa especialización periodística tendrían que orientarse tres grupos de interés: “los profesionales autodidactas de la información y de la comunicación, quienes se forman sólo en las Redacciones y desempeñan prioritarias tareas del ámbito turístico, y los periodistas universitarios que sienten inclinación o prevean ocupaciones de signo idéntico”⁵⁴.

En consonancia con lo mantenido tanto por Orive y Fagoaga como por Martínez Albertos sobre la necesidad de una especialización, pero sin pérdida de visión global, Acirón Royo añade: “A los profesionales de la información y de la comunicación se les exigirá, cada día más, la conjunción formativa de un equipaje de generalistas, en el que no deberá faltar la capacitación en especialidades, ni tampoco el impulso de la creatividad y el fortalecimiento ético”.⁵⁵

3.7. La agenda-setting y el gate-keeper

La especialización periodística no sólo permite crear estados de opinión sobre los asuntos objeto de información, como ya insinuaban Orive y Fagoaga hace más de dos décadas:

Todavía son pocos los que han podido ver que los "especialistas" incrementan el *poder de filtración* en la actualidad y consiguen una capacidad peculiar de *negociación* con las fuentes, ignoradas ambas hasta ahora, abriendo consecuentemente insospechadas fronteras a la información. La competencia tradicional de velocidad en pos de la "primicia" informativa químicamente pura en lo noticiable, se ve acompañada por las competencias de relación con las fuentes, dominio de contextos y archivo. El periodista así entendido obtiene con el tiempo la condición de auténtica fuente receptora personal. El mejor puntal de esa nueva frontera informativa es la opinión que el hecho produce en los periodistas expertos.⁵⁶

La especialización periodística también condiciona la elección de contenidos informativos, de modo que está relacionada con la *agenda setting* y la función de *gate-keeper* que estudiamos a continuación. Estos neologismos nos sitúan frente a dos grandes temas del periodismo: la responsabilidad del periodista y la influencia del mercado en los medios.

3.7.1. La agenda pública

El *establecimiento de la agenda* o *agenda setting*, en inglés, es un neologismo que forma parte de las últimas teorías sobre los efectos sociales de los medios de comunicación. Fue introducido por los estadounidenses Maxwell E. McCombs y Donald L. Shaw, quienes en 1972 publicaron en *Public Opinion Quarterly* un trabajo titulado "The Agenda-Setting Function of Mass-Media".

"Brevemente -explica José Luis Martínez Albertos-, esta función o efecto atribuible a los medios puede formularse de la siguiente manera: los ciudadanos llegan a formarse un juicio personal acerca de lo que es importante en la vida pública de su país como resultado de la mayor o menor presencia que determinados asuntos y personas tengan en los espacios informativos. A mayor presencia en los medios, tanta mayor importancia colectiva merecerá este asunto o persona para el hombre de la calle"⁵⁷. Y la actualidad nos proporciona sobrados ejemplos de que esto es así.

De este modo, los periodistas, por el simple hecho de prestar atención a algunos temas y silenciar otros (el 80% de las noticias que llegan a los periódicos no se publican⁵⁸), tienen un claro efecto sobre las manifestaciones concretas de la opinión pública. Las informaciones que más valora el público son las que más atención periodística reciben, fiel reflejo de la presencia de los medios en la vida cotidiana. Los periodistas pueden “inventar la actualidad”, pero no la noticia, señala Martínez Albertos⁵⁹.

Con su teoría, McCombs y Shaw respondían al llamado *periodismo especular*⁶⁰. Esta modalidad, que trataba de reflejar fielmente la realidad como en un espejo, había surgido en la etapa del periodismo informativo, que abanderaba la objetividad por encima de todo, tras varios años de periodismo ideológico.

3.7.2. El guardián de la puerta

En el establecimiento de la prioridad de intereses informativos de la audiencia, el periodista especializado desempeña un papel importante “ya que se responsabiliza de seleccionar aquellos grandes temas que concentran la atención del público”⁶¹. Y deberá hacerlo de entre todo el volumen de información que llega a la redacción.

En 1947, el sociólogo Kurt Lewin, en su obra *Channels of Group Life*, utilizó el término inglés *gate-keeper* (“portero”, “guardabarrera” o “guardián de la puerta”, en español) para referirse al periodista dedicado a la labor de selección de las noticias en los diferentes medios. Lewin expuso que los medios de comunicación tienen puertas para la entrada de información que están controladas por estos *gate-keepers*, con poderes para dejar pasar o no determinados mensajes. Según este autor, comprender el fenómeno de la puerta equivale a comprender los factores que determinan las decisiones de los seleccionadores⁶². También hay quien se plantea, no sin fundamento, el riesgo de que estos filtros o privilegios editoriales degeneren en censura.

Entre los factores que intervienen en la selección de noticias, se apuntan factores humanos (subjetividad del periodista), instrumentales y organizativos (falta de espacio

y de tiempo), temporales (hora de llegada a la redacción) y psicológicos (atracción a simple vista).

Los parámetros que se miden son, principalmente, el interés y la importancia, además de otros factores de carácter jurídico, ético, político, económico, etc., así como factores formales (extensión, presentación). Según E. de Aguinaga, los parámetros que miden, a su vez, el interés periodístico son en un orden aleatorio: proximidad, actualidad, prominencia, trascendencia, rareza, interés humano, vida o riesgo, conflicto, sexo, progreso, dinero, utilidad y diversión.⁶³ La importancia, en cambio, es de nuevo un parámetro subjetivo y no se puede medir a priori⁶⁴, señalan Fernández del Moral y Esteve Ramírez.

En cualquier caso, tanto en el *establecimiento de la agenda* como en la función de *guardián de la puerta*, el periodista puede actuar solo, por su propia iniciativa, o seguir instrucciones o recomendaciones de un consejo de administración a través de un comité de redacción. Ambas posibilidades se dan por igual hoy en día en el periodismo especializado.

3.8. Los gabinetes de comunicación

La presencia progresiva en los medios de noticias generadas por los denominados *gabinetes de comunicación*, más conocidos anteriormente como *gabinetes de prensa*⁶⁵, es una de las características fundamentales del periodismo actual. Un alto porcentaje de las informaciones que se publican tienen su origen en algún departamento de ese tipo.

Sobre los gabinetes de comunicación existen interesantes trabajos, como el recogido en el libro *Gabinetes de Comunicación. Funciones, disfunciones e incidencia*, de Txema Ramírez⁶⁶, y la tesis doctoral *La información interactiva en Gabinetes de Comunicación*, de Fernando J. Enebral Casares⁶⁷.

Aquí queremos destacar algunos aspectos importantes reseñados por estos autores y relacionados con la labor que, como *intermediarios*, por no llamarlos propiamente *medios*, realizan los gabinetes de comunicación en favor de la divulgación científica

y del periodismo científico. Y ello aunque se trate de una divulgación *dirigida* o *interesada*, empleando la terminología utilizada en el capítulo anterior, o de una actividad “muy poco profesional”, según recoge la crítica del periodista Tomás Álvarez y Mercedes Caballero en su libro “Vendedores de imagen”⁶⁸. (También abordaremos cuestiones relativas a estos gabinetes en el capítulo dedicado a la astronomía y, en concreto, al Instituto de Astrofísica de Canarias.)

Con la entrada en juego de estos gabinetes, el proceso de comunicación se inicia en la fuente primaria (el científico propiamente), que alimenta a una fuente secundaria (el gabinete de comunicación). Ésta a su vez comunica con el emisor (periodista especializado) que emite un mensaje (información periodística) por un medio de comunicación con destino a un receptor (público lector o audiencia). El esquema sería el siguiente:

Fp→Fs→E→M→m→R

Fuente primaria→Fuente secundaria→Emisor→Mensaje→Medio→Receptor

Científico→Gabinete→Periodista especializado→Información→Medio→Público

Según Fernando Enebral, los procesos de la comunicación son, en ocasiones, “tan complejos como imprescindibles”. Por esta razón, “es enteramente razonable que sean asumidos por Gabinetes *ad hoc*”, los cuales cumplen así “una función social de primera magnitud”⁶⁹.

Enebral aconseja que con esta responsabilidad, “tales Gabinetes no deben derivar a meros publicitarios ni, menos aún -claro- propagandísticos, porque estarían, si lo fueran, ejerciendo un cometido impropio y encubierto que, en consecuencia, ocasionaría el engaño de los ciudadanos, en vez de la ventaja para todos.”⁷⁰ Su función, por el contrario, debe ser la divulgación:

Son, más bien, y específicamente -a nuestro entender- órganos de las Instituciones y Empresas que, situados dentro de las mismas, y contando por esto con la confianza y la facilidad para la recogida de datos en ellas, e incluso disponiendo enteramente del asesoramiento de sus técnicos y especialistas, tienen la obligación de elaborar todos estos datos y conocimientos para servirlos a la comunidad humana en forma inteligible y amena.⁷¹

Enebral entiende que esta obligación proviene de dos ámbitos: la exigencia intrínseca que tiene la sociedad de contrarrestar con informaciones fiables y veraces el crecimiento de la entropía y la necesidad social de conocer las actividades de las Instituciones y Empresas para, así, poder realizar una vigilancia de las mismas⁷².

Por esta última razón social, "los Gabinetes de Prensa -insiste Enebral-, en cuanto requeridos por la propia comunidad ciudadana, deben mantener la suficiente independencia profesional como para jamás ser instrumento de manipulación social, ni, por tanto, meras herramientas para la publicidad o propaganda de su empresa o institución"⁷³.

Si bien estamos de acuerdo en que este principio debería prevalecer sobre cualquier otro, somos conscientes de que la realidad no lo respeta en muchos casos. La situación se asemeja más a la definición de gabinetes de comunicación que proporciona Txema Ramírez: "fuentes activas, organizadas y habitualmente estables de información que cubren las necesidades comunicativas tanto internas como externas de aquellas organizaciones y/o personas de relieve que desean transmitir de sí mismas una imagen positiva a la sociedad influyendo de esta forma en la opinión pública"⁷⁴.

Entre la propia comunidad científica, hay quienes defienden que la autopublicidad es una actividad legítima, al menos hasta cierto punto, y que un cierto nivel de propaganda es admisible en un gabinete de prensa. Sin embargo, piensan que esta propaganda debería estar rigurosamente controlada por los científicos cuyo trabajo es el objeto de la información.

Según el modelo propuesto por Enebral, "los Gabinetes de Prensa serían, así, los que preparasen los más arduos y abundantes trabajos de divulgación que, puestos a disposición de los MCS [Medios de Comunicación Social], pudieran ya ser fácilmente reelaborados por éstos y servidos al público como noticias y reportajes del mayor interés para el progreso de la civilización".⁷⁵ También sería interesante, según este investigador, que los periodistas al frente de estos gabinetes fueran posgraduados en aquellas disciplinas que justamente han de manejar en su labor de divulgación. Este es un requisito que no consideramos imprescindible en absoluto.

Enebral concluye en su tesis: "La comunicación interactiva, desarrollada profesionalmente a través de los Gabinetes de Prensa y de Relaciones Públicas, es una necesidad que hay que atender con perentoriedad y prioridad", dado que sólo podremos frenar y contrarrestar la entropía con progresivos aumentos del caudal informativo en manos de los ciudadanos. Y advierte este autor en tono apocalíptico: "Sólo por este camino la Humanidad podrá reencontrarse a sí misma, obviando su autoinmolación en el holocausto final al que conducen imparablemente los aumentos de entropía".⁷⁶

Gabinetes y medios

Como resultado de la encuesta que hemos realizado entre periodistas científicos, concluimos que en general éstos reconocen la función y utilidad de los gabinetes de comunicación de centros de investigación y otras instituciones, si bien -dicen- no todos cumplen su objetivo y algunos incluso llegan a entorpecer el contacto entre periodistas y científicos. La cuestión depende de qué clase de comunicación pública quiere la institución y qué función le asigna al gabinete de prensa. Sólo en un caso (de un total de 19), la postura es radicalmente "antagonista". En otro se señala que el servicio que presta un gabinete, aunque importante para la institución, es menos imprescindible a medida que el periodista conoce mejor al personal investigador, pudiendo recurrir a él directamente.

Se establece una diferencia cualitativa entre los gabinetes de prensa de centros de investigación, con interés por la divulgación científica y hasta hace poco "marginados", y otros gabinetes más políticos y dedicados a la gestión pública. Se advierte que los primeros son muy pocos en número, si bien la situación está cambiando al ir tomando conciencia de la importancia de "vender bien" lo que se hace en estos centros.

De algunos gabinetes se critica:

- que son lentos en las gestiones.

- que no avisan con tiempo, "la correcta política de embargos⁷⁷ funciona bien en el mundo anglosajón y en España parece que no se sabe aprovechar".
- que sólo suministran "información burocrática".
- que se dedican a cambiar favores: "exclusivas vs. tratamiento preferencial".
- que intentan embaucar a los periodistas.
- que confunden los intereses institucionales con los del público de los medios.
- que sirven a la vanidad y la promoción personal de las autoridades institucionales.
- que actúan como "comisario político" dentro del organismo impidiendo que los periodistas tengan acceso libre a los investigadores, y viceversa, sin pasar por el control del gabinete de prensa.
- que no se efectúe un desarrollo de contenidos en amplitud salvo en momentos esporádicos.

Una de las respuestas insiste en la importancia de volcar en Internet la información que emiten los gabinetes para que todos los medios tengan acceso a ella con el mínimo coste.

Como aspectos positivos se señalan los siguientes:

- Han realizado "una formidable labor de siembra, predicando en muchos casos en el desierto de la incomprensión".
- Facilitan que la información producida por el centro lleve unos estándares adecuados "ya que si dependiese de los propios investigadores -se dice en una respuesta- sería bastante heterogéneo y a veces 'intragable'".

En resumen, "los mejores gabinetes de prensa son los que mantienen informados con agilidad a sus contactos en los medios y renuncian a ser intermediarios entre periodistas y científicos". Según la periodista Alicia Rivera:

Para un periodista, lo ideal es que un gabinete de prensa (con gente preparada y conocedora del tema que trata) te avise de todo pero que no te agobie, que te ponga facilidades para tratar la información como tú quieras, y que no intente capitalizar todo inmediatamente (un trabajo correcto se luce a la larga por la eficacia con los medios, no por el número de recortes de prensa que aparecen ante un acontecimiento determinado).

En cuatro casos se reconoce la labor del Instituto de Astrofísica de Canarias en este sentido, destacando incluso su vocación pionera en dos de ellos. También se nombran el CSIC, el INTA y el Instituto de Astrofísica de Andalucía, además de la Universidad de Sao Paulo de Brasil, propuesto como modelo por uno de los periodistas encuestados.

Dejamos para más adelante el análisis del papel de Internet en las tareas de los gabinetes de prensa, donde podemos encontrar ejemplos de sus beneficios y desventajas.

NOTAS

¹ **MARTÍN SERRANO, Manuel.** “Bases genéticas de la comunicación”, en la obra colectiva *Epistemología de la Comunicación y análisis de la referencia*. Cuadernos de la Comunicación N. 8. Madrid, 1981. Pág. 15.

² *Ibidem.*

³ **FERNÁNDEZ DEL MORAL, Javier.** *Modelos de comunicación científica para una información periodística especializada*. Editorial Dossat. Madrid, 1983. Pág. 32.

⁴ Recogido en **FERNÁNDEZ DEL MORAL, Modelos ... op. cit.** Pág. 33.

⁵ **Diccionario de la Lengua Española.** Versión en CD-ROM de la 21ª edición del Diccionario usual de la Real Academia Española.

⁶ *Ibidem.*

⁷ Teoría de Santiago Montes recogida en **SÁNCHEZ-BRAVO, Antonio.** *Tratado de Estructura de la Información*. Editorial Latina Universitaria. Madrid, noviembre de 1981. Pág. 110.

⁸ **DRETSKE, Fred I.** *Conocimiento e Información*. (Knowledge & the flow of information). Trad. Por Margarita Vicedo, Montserrat Guilla y Fina Pizarro. Salvat Editores. Barcelona, 1987.

⁹ *Ibidem.* Pág. 3.

¹⁰ *Ibidem.*

¹¹ *Ibidem.* Pág. 53.

¹² **AMAT, Nuria.** *De la información al saber*. Fundesco. Madrid, 1990. Pág. 30.

¹³ **ANTÓN, Margarita.** Apuntes de clase.

¹⁴ **ORIVE, Pedro.** *Los españoles ante los telediarios*. AECAS. Madrid, 1988. Pág. 33, recogido en **FERNÁNDEZ DEL MORAL, Javier, y ESTEVE RAMÍREZ, Francisco.** *Fundamentos de la Información Periodística Especializada*. Editorial Síntesis (Periodismo). Madrid, 1993. Pág. 155.

¹⁵ **FERNÁNDEZ DEL MORAL, Modelos ... op. cit.** En prólogo de Pedro Orive Riva. Pág. 12.

¹⁶ *Ibidem.* Pág. 24.

¹⁷ *Ibidem.* Pág. 91.

¹⁸ *Ibidem.* Pág. 97.

¹⁹ **FAYARD, Pierre.** “La communication scientifique publique. De la vulgarisation à la médiatisation”, en *Chronique Sociale*. Lyon, 1988.

²⁰ Recogido en **CALVO HERNANDO, Manuel.** *Manual de Periodismo Científico*. Bosch Casa Editorial Paraninfo. Barcelona, enero de 1997, 1ª edición. Pág. 24.

²¹ El congreso también tenía títulos en inglés y en francés, siendo sus respectivas siglas PCST (*Public Communication of Science & Technology*) y CPST (*Communication Publique sur les Sciences et les Techniques*).

²² **FERNÁNDEZ DEL MORAL, Modelos ... op. cit.** Pág. 34.

²³ *Ibidem.*

²⁴ *Ibidem.*

²⁵ **FERNÁNDEZ DEL MORAL y ESTEVE RAMÍREZ, Fundamentos ... op. cit.** Págs. 129-146. Estos autores analizan las formulaciones teóricas sobre la ciencia periodística de Otto Groth, citando como fuente a **FAUS BELAU, Ángel.** *La ciencia periodística de Otto Groth*. Instituto de Periodismo de la Universidad de Navarra. Pamplona, 1966.

²⁶ *Ibidem.*

²⁷ Véase el siguiente capítulo para más información sobre la etimología de estos términos.

²⁸ **ENEBRAL CASARES, Fernando.** *La información interactiva en Gabinetes de Comunicación*. Tesis doctoral dirigida por Javier Fernández del Moral. Facultad de Ciencias de la Información. Madrid, julio de 1992. Pág. 97.

²⁹ **FERNÁNDEZ DEL MORAL y ESTEVE RAMÍREZ, Fundamentos ... op. cit.** Pág. 11.

³⁰ *Ibidem.* Pág. 53.

³¹ **ORIVE, Pedro, y FAGOAGA, Concha.** *La especialización en el Periodismo*. Editorial Dossat. Madrid, 1974. Págs. 4-5.

³² *Ibidem.*

³³ *Ibidem.* Pág. 10.

³⁴ *Ibidem.*

³⁵ **ANTÓN, Margarita.** Apuntes de clase.

³⁶ **ORIVE y FAGOAGA, op. cit.** Págs. 69-70.

³⁷ *Ibidem.*

³⁸ La especialización se enraiza en el interior del periodista, “afanoso por encontrar nuevos cauces para tratar la dinámica creciente de una actualidad que fluye más allá de sus posibilidades”, y en la propia infraestructura de la empresa informativa, “deseosa de englobar en sus órganos todos los contenidos posibles de la comunicación”. **ORIVE y FAGOAGA, op. cit.** Págs. 75-76.

³⁹ Estos condicionamientos externos proceden de la estructura social, “que comienza a darse cuenta de que sin un proceso de especialización dentro de los medios de comunicación social verá mermadas sus posibilidades de aporte cualitativo a la cultura de masas a la vez que quedará expuesta a los riesgos de una técnica no dominada por la voluntad del hombre”. **ORIVE y FAGOAGA, op. cit.** Págs. 75-76.

⁴⁰ *Ibidem.* Págs. 75-76.

⁴¹ *Ibidem.* Págs. 77.

⁴² En **FERNÁNDEZ DEL MORAL, Modelos ... op. cit.** Pág. 11.

⁴³ Dirección en Internet: <http://newton.upf.es/upf/occ/cast/index1.htm>.

⁴⁴ Véase **FERNÁNDEZ DEL MORAL y ESTEVE RAMÍREZ, op. cit.** Págs. 54-58.

⁴⁵ Angel Benito en **FERNÁNDEZ DEL MORAL y ESTEVE RAMÍREZ, op. cit.** Pág. 55.

⁴⁶ **MARTÍNEZ ALBERTOS, J.L.** *El lenguaje periodístico*. Editorial Paraninfo. Madrid, 1989. Pág. 140.

⁴⁷ *Ibidem.* Págs. 141-142.

- ⁴⁸ *Ibidem*. Pág. 216.
- ⁴⁹ **ORIVE y FAGOAGA**, *op. cit.* Pág. 65.
- ⁵⁰ *Ibidem*.
- ⁵¹ *Ibidem*. Págs. 78-79.
- ⁵² *Ibidem*. Págs. 12-16.
- ⁵³ **ACIRÓN ROYO, Ricardo**. *Canarias: Prensa y Turismo*. Editorial Idea. Santa Cruz de Tenerife, 1997, 1ª edición. Pág. 73.
- ⁵⁴ *Ibidem*.
- ⁵⁵ *Ibidem*. Pág. 76.
- ⁵⁶ *Ibidem*. Pág. 77.
- ⁵⁷ **MARTÍNEZ ALBERTOS**, *op. cit.* Pág. 229.
- ⁵⁸ **BAGDIKIAN, Ben**. *The Information Machine*. Harper. Nueva York, 1971. Pág. 90. Recogido en **FERNÁNDEZ DEL MORAL y ESTEVE RAMÍREZ**, *op. cit.* Pág. 174.
- ⁵⁹ **MARTÍNEZ ALBERTOS**, *op. cit.* Pág. 234.
- ⁶⁰ **FERNÁNDEZ DEL MORAL y ESTEVE RAMÍREZ**, *op. cit.* Pág. 152.
- ⁶¹ *Ibidem*. Pág. 158.
- ⁶² *Ibidem*. Pág. 164.
- ⁶³ *Ibidem*. Págs. 168-171.
- ⁶⁴ *Ibidem*.
- ⁶⁵ Aunque inapropiada por aludir sólo al periodismo escrito, la expresión *gabinete de prensa* sigue utilizándose con frecuencia.
- ⁶⁶ **RAMÍREZ, Txema**. *Gabinetes de Comunicación. Funciones, disfunciones e incidencia*. Bosch Casa Editorial (Comunicación). Barcelona, mayo de 1995, 1ª edición.
- ⁶⁷ **ENEBRAL CASARES**, *tesis cit.*
- ⁶⁸ *El País*, 23/4/97.
- ⁶⁹ **ENEBRAL CASARES**, *tesis cit.* Pág. 115.
- ⁷⁰ *Ibidem*.
- ⁷¹ *Ibidem*.
- ⁷² *Ibidem*. Págs. 115-116. El autor añade “remunerando con el aprecio y otros medios a las que aporten auténtica utilidad al mejoramiento de la calidad de la vida y la convivencia, y restringiendo y aun impidiendo las que fuesen fútiles y lesivas.”
- ⁷³ *Ibidem*. Pág. 116.
- ⁷⁴ **RAMÍREZ**, *op. cit.* Pág. 27.
- ⁷⁵ *Ibidem*.
- ⁷⁶ **ENEBRAL CASARES**, *tesis cit.* Págs. 528-529.
- ⁷⁷ Avances de noticias que algunas revistas especializadas ofrecen previo acuerdo a determinados medios nacionales, los cuales se comprometen a no publicar tal información antes de su aparición en dichas revistas.

4. EL PERIODISMO CIENTÍFICO

En este capítulo, confeccionado en forma de preguntas y respuestas, abordaremos varios aspectos del *periodismo científico*, entre ellos su definición, funciones, problemas y evolución. En gran parte lo haremos de la mano de un pionero de esta especialidad en nuestro país, un periodista que se ha dedicado a reflexionar sobre ello, hasta el punto de que sus libros y sus charlas constituyen, prácticamente, los únicos manuales sobre este tema en la literatura española. Nos referimos a Manuel Calvo Hernando, fundador y actual presidente de la Asociación Española de Periodistas Científicos (AEPC) y, desde hace algunos años, Profesor de Información Cultural y Científica en la Facultad de Periodismo de la Universidad San Pablo-CEU.

Dada la profusión con que Calvo Hernando ha tratado los diferentes aspectos del periodismo científico, nos limitaremos a condensar en estas páginas sus principales ideas como apoyo a nuestra tesis. Las acompañaremos de referencias procedentes de otras fuentes consultadas, entre ellas la revista *Quark*¹ (en su edición digital), la publicación bimestral de la AEPC *-Periodismo Científico*²⁻, la de la Asociación Catalana de Comunicació Científica *-Papers ACCC de comunicació científica-*, así como artículos y comunicaciones presentadas en reuniones profesionales, como los dos congresos nacionales de periodismo científico, celebrados en Madrid y en Tenerife, en 1990 y en 1999, respectivamente, y el I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia, celebrado en Granada, también en 1999.

A toda esta documentación hemos añadido nuestra propia experiencia en el campo y el resultado de una encuesta realizada entre astrónomos y periodistas científicos. A estos últimos les enviamos un cuestionario donde se hacían preguntas relacionadas con el ejercicio del periodismo científico (véanse Anexos).

4.1. ¿Qué es el *periodismo científico*?

Dámaso Alonso acuñó la frase “estamos en el siglo de las siglas” y el periodista Manuel Calvo Hernando lo recuerda cuando propone referirse al *periodismo científico* por sus iniciales PC: “Ayer eran las siglas del Partido Comunista y hoy las compartimos con los ordenadores personales. Mañana, quizá sean las iniciales de la propulsión cuántica”³.

Nosotros también hemos estado tentados de utilizar las siglas anteriores en esta introducción a la especialidad informativa que servirá de marco general a nuestros planteamientos. Finalmente prescindiremos de su uso en estas páginas. Sin embargo, y al margen de que pueda considerarse o no un eufemismo “políticamente correcto” (manida frase que responde a las mismas iniciales que nuestro epígrafe)⁴, a modo de licencia periodística llamaremos la atención sobre curiosas e intencionadas coincidencias en torno a las iniciales PC y ciertos términos astronómicos (convenientemente, como veremos, a nuestros propósitos de introducir una nueva especialidad dentro de la propia especialidad del *periodismo científico*).

Así, escrito con minúsculas, *pc* denota la unidad de distancia astronómica más utilizada por los astrofísicos: el *parsec*, que resulta de acortar *paralaje-segundo* en inglés (*parallax-second*) y que equivale a 3,26 años luz ($3,08 \times 10^{13}$ kilómetros, unos 30.000.000.000.000 km). La estrella más cercana a nosotros, *Proxima Centauri* (adviértanse sus iniciales), está a sólo 1,295 *pc*⁵, mientras que la galaxia más lejana observada hasta la fecha se encuentra a 3.773 millones de *parsecs*⁶. En plural, los *Peces* es una conocida constelación del Zodíaco de la que hablaremos en nuestra Segunda Parte, ... y así podríamos seguir estableciendo caprichosos paralelismos entre cuestiones astronómicas y periodismo científico. Manuel Calvo Hernando nos proporciona una posible justificación de este aparente vínculo:

El periodismo científico tiene como objetivo final una utopía: explicar el Universo. Es una obsesión que los periodistas compartimos con la filosofía, con la física, con la cosmología y con otras especialidades y profesiones, a sabiendas de que tanto el hombre como el cosmos son, por ahora, inexplicables.⁷

Por su parte, el astrónomo Malcolm Longair señala:

Dudo de que existiera un periodista presente en el Big Bang, ¡pero con los periodistas nunca se sabe!⁸

Pero Manuel Calvo Hernando aclara:

“Los filósofos y algunos investigadores están para reflexionar ante el big bang; los periodistas, para contarlo, aunque no hayamos tenido la suerte de presenciarlo”.⁹

4.1.1. Una expresión anfíbola

El primer problema del periodismo científico es su propia denominación. La expresión *periodismo científico* (desconocemos quién la acuñó) peca de anfíbola al estar sujeta a varias posibles interpretaciones: “una disciplina que estudia el periodismo como ciencia”, “un conjunto de tecnologías que tiene como objetivo final la información” o bien “una especialización informativa que consiste en divulgar la ciencia y la tecnología a través de los medios de comunicación de masas”.¹⁰ En inglés, la expresión utilizada es *science writing* y los que se dedican a ella *science writers*, lo que eleva esta disciplina a la categoría de lo literario.

Javier Fernández del Moral también encuentra “poco afortunado” el término de *periodismo científico*, “en tanto que el adjetivo *científico* parece calificar el sustantivo *periodismo*”.¹¹ Pero tampoco son apropiadas las alternativas que se han propuesto, como la de *divulgación científica en los medios informativos*, nada práctica por su longitud y controvertida en su contenido pues, como veremos, no siempre se informa y se divulga a la vez. Además, Calvo Hernando señala que la expresión *periodismo científico* “ya no podemos cambiarla”¹², dado que así circula desde que fue creada entre los principales organismos internacionales y asociaciones profesionales.

Hagamos un inciso para recordar que la productividad científica se mide en la actualidad por el número de *artículos* publicados en *revistas* científicas de prestigio. Como resultado de la apropiación de la terminología periodística -“revistas” y “artículos”-, nos encontramos con un *periodismo científico* que no es el que aquí nos

interesa y que corresponde al nivel de comunicación entre especialistas mencionado en el capítulo anterior. Este otro *periodismo científico* surgió en el siglo XVIII como respuesta al exceso de libros, hasta entonces el medio utilizado para dar a conocer los trabajos de investigación:

El artículo científico que adquirió cierta notoriedad a comienzos de este siglo y ha sido emblema del poder científico, está hoy desprestigiado. Si recordamos brevemente la historia del artículo científico, veremos que apareció porque había demasiados libros (?) [sic]. En el siglo XVIII se tenía la impresión de sufrir un exceso de literatura y para terminar con este "desastre" apareció el periodismo científico, que se dedicaba solamente a dar noticias (Price 1963). Hasta este siglo, los libros se preferían a los artículos donde sólo se daba noticia y no publicaban conocimientos nuevos.¹³

El término *periodismo* deriva etimológicamente de *período*, término acuñado en 1490 a partir de la palabra griega *períodos*, que significa "revolución de los astros"¹⁴ (muy apropiado para nuestros fines de relacionar periodismo con astronomía). Si bien el término *periódico* existe desde 1737, el de *periodismo* no se incorpora al idioma hasta 1844 y no es incluido en el diccionario académico hasta 1869.¹⁵

En cuanto al adjetivo *científico*, Calvo Hernando recuerda que no existía antes de 1841. Hasta entonces se hablaba de *hombre de ciencia* -como mantuvo siempre el escritor Herbert George Wells-, lo que implicaba "una especie de curiosidad universal y pertenecer a una minoría de seres humanos que podían comunicarse entre sí porque los términos de que se servían descansaban en raíces griegas y latinas"¹⁶.

Federico di Trocchio cuenta en *Las Mentiras de la Ciencia*¹⁷ que la nueva profesión que, hasta principios del siglo XIX era vocación por la investigación, necesitaba, como signo de su reconocimiento definitivo, un nombre, que finalmente obtuvo.

Hasta entonces se denominaba *filósofo natural* o simplemente *filósofo* a quien se ocupaba de investigaciones científicas puesto que a finales del siglo XVIII el cuerpo de la ciencia aún no se había fragmentado en las diferentes disciplinas, como zoología, botánica, geología, física, química¹⁸.

Di Trocchio recoge que en 1834 la revista inglesa *Quarterly Review* informaba de las dificultades que impedían a la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia encontrar un término aplicable a todos los estudiosos de las diferentes disciplinas científicas: "'Filósofos' -reza el artículo- les parece a todos un término demasiado

amplio, por lo que algunos ingeniosos caballeros propusieron que por analogía con el término 'artist' [*artista*, en inglés] se acuñase 'scientist' [*científico*]"¹⁹.

Finalmente, la propuesta la acogió y difundió el naturalista y filósofo de la ciencia William Whewell, quien en 1840, en el prefacio a su *The philosophy of the inductive sciences* (La filosofía de las ciencias inductivas), escribió: "Necesitamos precisamente un término que sea apropiado para describir a quien cultiva la ciencia en general. Yo me inclinaría por llamarle *científico*".²⁰

El periódico londinense *Daily News* todavía protestaba en 1895 contra el empleo de la palabra *científico* que calificaba de "neologismo norteamericano". Pero a mediados del siglo XIX, el término *científico* "excluía ya la idea de filosofía natural y del cultivo de la sabiduría por afición y consideraba la especialización del conocimiento y, por tanto, la creación de lenguajes exclusivos para cada parcela del saber".²¹

La socióloga norteamericana Dorothy Nelkin, en su libro *La ciencia en el escaparate*, confirma que ya existía periodismo científico en el siglo XIX y que "en 1836, la prensa informaba que el astrónomo sir John Herschel había observado seres humanos con aspecto de murciélago en la Luna".²² Julio Verne también se refiere a ello en una de sus novelas, *De la Tierra a la Luna*²³. Este antecedente histórico de periodismo científico no deja de ser mera anécdota, que de nuevo traemos aquí por su relación con la astronomía.²⁴

El *periodismo científico* es, según Calvo Hernando, "un subsistema dentro del periodismo, el cual a su vez se integra en el área más amplia de la comunicación"²⁵. El profesor brasileño Wilson da Costa Bueno, con una definición más académica, lo considera "un proceso social que se articula a partir de la relación entre organizaciones formales (editoras, emisoras) y la colectividad (públicos, receptores), a través de canales de difusión (diario, revista, radio, televisión, cine) que aseguran la transmisión de informaciones (actuales) de naturaleza científica y tecnológica, en función de intereses y expectativas (universos culturales o ideológicos)."²⁶

Para el periodista Alberto Miguel Arruti, el periodismo científico, considerado una parcela, trozo o sección del periodismo en su globalidad, "sería aquel periodismo que tendría, como objeto, la ciencia"²⁷, entendiendo por ella las ciencias naturales. De este periodista científico nos interesa especialmente su postura, que compartimos sin reservas, acerca del binomio información-divulgación como elementos definitorios de esta especialidad:

En principio, informar y divulgar son dos operaciones distintas. La divulgación parece no tener nada que ver con el periodismo. Pues la esencia del periodismo reside en la información y, como es lógico, en la información de actualidad. Nos encontramos ante el hecho de que la ciencia contemporánea es tan compleja que, en la gran mayoría de los casos, no puede hablarse de información, sin alguna dosis, mayor o menor, de divulgación. Lo que no pasa, generalmente, con otras formas del periodismo.²⁸

Y concluye Arruti:

Por eso, la primera nota del periodismo científico reside en la necesidad de mezclar, en distintas proporciones, según los casos, las ideas de información y de divulgación.²⁹

Sobre esta cuestión volveremos más adelante. Concluamos ahora que el periodismo científico es una parte del periodismo y una parte de la ciencia. "Como parte del periodismo, constituye una especialidad informativa de nuestro tiempo, cargada de futuro. Como parte de la ciencia, es algo inherente a la propia función del conocimiento, que es una actividad social y que parece requerir no sólo la participación de la comunidad científica, sino de la comunidad en general"³⁰, señala Calvo Hernando.

4.2. ¿Cuáles son sus funciones?

Tras exponer las diferentes propuestas sobre los objetivos del periodismo científico que han dado varios autores, Manuel Calvo Hernando hace la suya propia que exponemos a continuación de forma resumida³¹.

4.2.1. Información, interpretación y control

Tres son, según Calvo Hernando, las principales funciones del periodismo científico:

a) *Función informativa* del divulgador que transmite y hace comprensible el contenido difícil de la ciencia, al mismo tiempo que estimula la curiosidad del público, su sensibilidad y su responsabilidad moral.

b) *Función de intérprete* que precisa el significado y el sentido de los descubrimientos básicos y de sus aplicaciones, especialmente aquellas que están incidiendo más radical y profundamente en nuestra vida cotidiana.

c) *Función de control* en nombre del público, para tratar de conseguir que las decisiones políticas se tomen teniendo en cuenta los avances científicos y tecnológicos y con la vista puesta en el ser humano y especialmente al servicio de su calidad de vida y de su enriquecimiento cultural.

En otras palabras, los periodistas deben informar al público sobre los beneficios y los riesgos del progreso científico, de ahí el papel esencial del periodismo científico.

Más radical, el periodista científico Ignacio Fernández Bayo considera que la ciencia debe ser objeto de crítica, de control y de denuncia:

La ciencia ocupa a suficiente número de personas y supone ya bastante presupuesto como para que el público reciba información y datos suficientes para formarse una opinión y poder decidir, si llega el caso y mediante los mecanismos adecuados, qué clase de ciencia se debe desarrollar, qué programas merecen prioridad y cómo se establecerán los mecanismos para asegurar su correcto, ético y provechoso desarrollo.³²

Pero sabemos que muchos científicos recelan de esta intromisión. “¿Por qué habrían de opinar los legos sobre materias que desconocen?, ¿por qué habrían de soportar la crítica y el seguimiento por parte de los periodistas, tan ignorantes como el resto del mundo de las complejidades que ellos manejan? Estas preguntas ya fueron contestadas -señala Fernández Bayo- en lo político, cuando el ciudadano consiguió el sufragio universal. Hoy no se piden conocimientos de leyes, presupuesto o política exterior ... para acceder al voto. Basta la conciencia de que las decisiones políticas gravitan sobre todos, para que todos adquieran el derecho a decidir. La ciencia también afecta, antes o después, a todos, y los medios de información están obligados a vigilarla”³³.

En el ejercicio de estas funciones, el periodismo científico tropieza, como veremos, con muchos obstáculos, algunos de los cuales se polarizan en los extremos de los binomios "información y divulgación", "periodista y científico", "rapidez y exactitud" e "información científica y sensacionalismo".

De nuevo recogemos aquí la opinión del periodista Ignacio Fernández Bayo, quien ha reflexionado sobre lo que él llama "seis prejuicios en torno al periodismo científico", tratados en su intervención en el II Congreso Nacional de Periodismo Científico en Tenerife ya mencionado. Estos prejuicios o "verdades a medias" son:

- Que los periodistas tienen una responsabilidad en la educación científica (aspecto éste muy controvertido).
- Que los periodistas son mensajeros de los científicos ante la sociedad (no se debe dejar el control de la información en las fuentes).
- Que es mejor periodista científico el que más sabe sobre la materia que trata (el exceso de especialización es negativo).
- Que la ciencia es un área informativa especial, muy diferente al resto.
- Que el periodismo científico es sobre todo divulgación.
- Que los medios de comunicación tienen una influencia esencial en la opinión pública.

Antes de ver algunos de los problemas que afectan al periodismo científico, analicemos un poco más el primer prejuicio apuntado por Fernández Bayo. Nosotros pensamos que si bien no debe recaer en el periodista la responsabilidad de la educación científica, sí consideramos que los medios cumplen la función social de "reactualizar los conocimientos científicos de los ciudadanos, respondiendo a las demandas que el cambio tecnológico genera y a las preguntas que ellos mismos formulan, desde la perspectiva de sus intereses personales"³⁴, como nos apunta el periodista Martín Yriart.

La periodista Milagros Pérez Oliva advierte de que si bien existe cierta competencia entre los medios de comunicación y el propio sistema educativo en cuanto a adquisición de conocimiento, no hay que olvidar que éste es de naturaleza muy distinta según por qué vía se adquiera. El conocimiento adquirido por vía académica

es “un conocimiento previamente validado, estructurado de forma jerárquica en un sistema de ordenación conceptual ya consolidado. La comunicación mediática, por el contrario, es instantánea, plantea problemas de validación y es absolutamente circunstancial. Es, por tanto, insegura y fragmentaria”³⁵.

4.3. ¿Cuáles son sus principales problemas?

En el segundo capítulo de esta Primera Parte ya analizamos cuáles habían sido los frenos históricos a la divulgación y los que aún afectaban negativamente a esta actividad. El periodismo científico suma a todas las dificultades apuntadas algunos problemas propios, derivados de su triple condición científica, informativa y divulgadora. “La realidad del periodismo científico está repleta de problemas, obstáculos, incomprendiones, celos y desinformación” ³⁶, decía Fernández Bayo en 1988 acerca de la situación del periodismo científico. La situación actual no difiere mucho de la de entonces.

Basándonos en nuestra propia experiencia y en las opiniones de reconocidos periodistas científicos, identificamos a continuación los principales problemas de esta especialidad informativa.

4.3.1. El incremento y la complejidad de las disciplinas científicas

La creciente especialización del conocimiento ya fue tratada a lo largo de nuestro primer capítulo. La clasificación de las ciencias es hoy una tarea imposible y nadie es ya capaz de saber el número exacto de disciplinas científicas.

Como muestra, la “Nomenclatura Internacional Normalizada de la UNESCO para los campos de la Ciencia y la Tecnología”³⁷ distingue 24 *campos* (apartados más generales codificados con dos dígitos y que comprenden varias disciplinas); 245 *disciplinas* (apartados codificados con cuatro dígitos que suponen una descripción general de grupos de especialidades); y 1.983 *subdisciplinas* (apartados de seis dígitos que corresponden a las entradas más específicas de la nomenclatura y

representan las actividades dentro de una disciplina). No tenemos datos de la siguiente categoría, que corresponde a las *especialidades*.

Esta Nomenclatura Internacional, propuesta por las Divisiones de Política Científica y de Estadística de Ciencia y Tecnología de la UNESCO en 1973 y 1974, fue adoptada en su día por la extinta Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica (CAICYT), que realizó una versión al castellano. Desde 1983 y según Resolución 27.254 del BOE, esta versión es la clasificación oficial utilizada por el Ministerio de Educación y Ciencia -hoy de Educación y Cultura- para la ordenación de la actividad científica y tecnológica desarrollada por los institutos, centros e investigadores dependientes de él. Esta clasificación se ha ido ampliando con tres Resoluciones del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, correspondientes al 28 de marzo de 1985, 25 de marzo de 1986 y 10 de marzo de 1988. Por estas Resoluciones se hace pública la modificación de la relación total de campos, disciplinas, subdisciplinas y especialidades científicas y tecnológicas en las que desarrollan su actividad los Institutos, Centros e Investigadores del Organismo. En virtud de estas modificaciones, actualmente, la nomenclatura española oficial comprende 24 campos, 249 disciplinas y 2.051 subdisciplinas.

El periodista científico, socorrido por sus supuestas dotes epistemológicas, ha de saber *navegar* (por hacer un moderno símil informático) entre tantas especialidades. Si es difícil para los científicos seguir al día la producción de su propia especialidad, más aún lo es para el divulgador científico, "que ha de realizar su trabajo de difusión - explica Calvo Hernando- a través de una selva de experimentos, teorías, descubrimientos, hipótesis, partículas desconocidas, nuevos materiales, períodos geológicos, cambios revolucionarios en la física, en la química, en la biología, en cosmología".³⁸

En el Instituto de Astrofísica de Canarias, el programa de investigación comprende proyectos científicos muy diferentes pertenecientes a muy distintas campos de la astronomía: la estructura del Universo y la cosmología, la estructura y evolución de las galaxias, la estructura y evolución de las estrellas, el Sol, la materia interestelar, el Sistema Solar, el diseño y la construcción de telescopios, la alta resolución espacial, la

óptica atmosférica, la instrumentación óptica, la instrumentación infrarroja y la astrofísica desde el espacio.

A la hora de atender a un medio de comunicación, un experto en cosmología difícilmente se prestará a hablar del paso de un cometa. Salvo excepciones, los científicos son reacios a comentar una noticia astronómica que no esté relacionada con su área de especialización. Aunque en este caso, al temor a errar en un campo que no es el que uno domina o a dar la impresión a los demás colegas de pretender ser un experto en este tema -a veces de menor consideración como área de interés científico-, se suman otros factores, como falta de tiempo, vergüenza y poca voluntad para la divulgación. Aún así, los investigadores del IAC han asumido en su mayoría la obligación de hacer divulgación científica y suelen atender sin recelos las consultas de los medios de comunicación³⁹.

4.3.2. El exceso de información

“¿Cómo encontrar la sabiduría que hemos perdido en el conocimiento? ¿Cómo encontrar el conocimiento que hemos perdido en la información?”⁴⁰, se pregunta Nuria Amat utilizando una retórica frase de George Eliot. El exceso de información surge como consecuencia del incremento del conocimiento y constituye un problema tan serio como en otros tiempos lo fuera su ausencia. Según un estudio realizado por los Laboratorios Bell, un sólo ejemplar de cualquier periódico importante contiene más información que la que podía asimilar un ser humano en el siglo XVI durante toda su vida.⁴¹ “Se dice que los conocimientos se doblan cada diez años y hay quien ha afirmado que cada cinco. En cualquier caso, sólo las bases de datos y las redes informáticas serán capaces de afrontar el problema”.⁴²

Con el incremento del conocimiento se han multiplicado igualmente las fuentes de información, también para el periodista científico (lo que antaño fue un problema precisamente por todo lo contrario). A la mesa de redacción de un periodista científico puede llegar diariamente, vía teléfono, fax o correo electrónico, gran cantidad de información en una amplia variedad de formatos: teletipos o comunicados de agencias de prensa nacionales e internacionales, revistas y libros científicos y de divulgación, notas de prensa de universidades, empresas y centros de

investigación amén de otros organismos, llamadas de científicos asesores u otros informadores, ...

En su agenda, además, este periodista suele tener concertada alguna que otra entrevista o programada la asistencia a uno de tantos congresos científicos o conferencias públicas y, quizá, un viaje para asistir al lanzamiento desde la Guayana Francesa o desde Cabo Cañaveral del último satélite espacial con fines astronómicos. Por último, como disciplina seguramente consultará alguna base de datos y se conectará a Internet para abrir ciertas páginas y realizar determinadas búsquedas. Ante tan desmesurado volumen de información, el periodista científico ha de tener una habilidad especial para el discernimiento.

El periodista científico Luis Ángel Fernández Hermana ha reflexionado sobre lo que considera la manifestación de la crisis de un modelo informativo: los problemas derivados del mayor volumen de información (que no de acontecimientos, advierte), que debe comprimirse en los espacios estancos de los medios de comunicación clásicos. Así lo expuso en el I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia, con una comunicación que llevaba por título metáforas astronómicas: "información: universo en expansión o agujero negro". En esta comunicación sostenía:

En el caso de la ciencia, esta crisis es particularmente notable, pues entra en juego el recién descubierto papel de emisores de información hacia los grandes medios de las revistas científicas de referencia. El resultado es el descrito: a la expansión del universo informativo de la ciencia se corresponde un encogimiento generalizado de la información visible. Si a esto unimos el valor creciente de la discriminación de la información, tenemos que el agujero del embudo por donde discurre la comunicación social de la ciencia es muy, muy pequeño. A su alrededor, gira un gigantesco agujero negro que tritura la "información cesante", la que pudo ser y nunca será.

En cambio, todo lo contrario sucede, según Fernández Hermana, en los medios de difusión digitales interactivos, en particular en Internet. "La Red ofrece la oportunidad de comunicar la ciencia de una manera diferente, sin estas limitaciones y con una participación del ciudadano en este proceso hasta ahora impensable". Y añade que estamos en el umbral de un cambio importante desde este punto de vista: "la transición de una opinión pública basada en una visión reduccionista de los acontecimientos que suceden a su alrededor, a una opinión personal basada en la selección personal de la información suministrada con criterios maximalistas".

Para Pierre Fayard, sin embargo, “decir que sufrimos de un exceso de información equivale a confesar una incontinencia estratégica, una falta de visión, tanto en lo que afecta a nuestros intereses como a los de las terceras personas que actúan en los ámbitos del presente y del futuro”⁴³. Y añade que quien quiere la información la encuentra, ya que está disponible, “pero su valor depende de la calidad del actor interesado: de su perspicacia, su creatividad, su capacidad para conferir plusvalía a la información”⁴⁴.

Pero no sólo el excesivo volumen de información constituye un problema para el periodista científico. Como veremos en otro apartado, la multiplicidad de fuentes y la propia Internet encierran para la profesión otros peligros.

4.3.3. La aceleración histórica y la inadaptación al cambio

Como decía Isaac Asimov, “el aspecto más triste de la vida actual es que la ciencia gana en conocimiento más rápidamente que la sociedad en sabiduría”⁴⁵. Apuntemos aquí también la conocida comparación de Pierre Auger de que el 90% de los científicos que han existido desde el comienzo de la Humanidad viven actualmente⁴⁶.

Alvin Toffler acuñó en 1965, en un artículo publicado en la revista *Horizon*, el término *shock del futuro* para designar “las desastrosas tensión y desorientación que provoca en los individuos el obligarles a un cambio excesivo en un lapso de tiempo demasiado breve”⁴⁷. Y advertía: “A menos que el hombre aprenda rápidamente a dominar el ritmo del cambio en sus asuntos personales, y también en la sociedad en general, nos veremos condenados a un fracaso masivo de adaptación”⁴⁸.

Si trasladamos esta idea al terreno de la ciencia, la aceleración del progreso choca con la inercia de la naturaleza humana, que además desconfía por experiencia. Los avances científicos no siempre han resuelto los problemas de la sociedad; también los han agravado e, incluso, han creado otros nuevos. El periodismo científico debe compensar este desajuste, midiendo el impacto de cada noticia científica y huyendo del sensacionalismo.

4.3.4. Las dosis de información y divulgación

¿Hasta qué punto se puede hacer divulgación al tratar la información científica de actualidad? ¿Debe un periodista científico informar y divulgar a la vez y, en caso informativo, en qué proporción? Este es un debate que actualmente enfrenta a profesionales del periodismo científico.

Los periodistas científicos que contestaron nuestra encuesta coinciden en su mayoría en que es posible informar y divulgar a la vez, aunque no se muestran de acuerdo en las proporciones.

Frente a los redactores científicos que dicen no sentirse divulgadores sino periodistas, se alzan los que consideran los esfuerzos por la divulgación como “norma de obligado cumplimiento”, aunque con ello se pierda “gran parte del espacio en explicar conceptos que, se supone, son muy conocidos o ya explicados en anteriores reportajes”, apunta el periodista científico Antonio Madrdejos.

Algunos periodistas se consideran incluso más divulgadores que informadores: “No me llama tanto la atención ser el primero en dar una noticia como realizar un reportaje entretenido y que permita a la gente enterarse de las cosas asombrosas que la ciencia va descubriendo”, comenta el periodista Ignacio Fernández Bayo. También hay divulgadores científicos que escriben en periódicos y revistas especializadas, pero que no por ello hacen periodismo científico, “en tanto que no aportan noticias”, se dice. Divulgación no supone necesariamente información.

Para algunos el mero hecho de informar sobre un avance científico con el fin de que se comprenda ya es en sí divulgación. En general se piensa que cuanto más complicado es el asunto a tratar, más dosis de divulgación conlleva, mientras que cuanto mayor es la especialización del medio y de la audiencia, la demanda de la divulgación puede relajarse. “Es el medio el que determina el tipo de mensaje que se lanza”, opina Juan Luis Martín, como periodista de radio y televisión.

Se insiste en las respuestas en que los periodistas científicos deben, en primer lugar, informar, entendiendo la divulgación como “una herramienta”, “un componente añadido e importante según los casos”, pero nunca como función prioritaria de un medio de comunicación, que “debe informar, formar y entretener”. “La información cubre el primer apartado y la divulgación el segundo. Saberlos combinar es difícil, pero siempre hay que intentarlo”, señala Fernández Bayo.

La periodista Mónica Salomone subraya: “La divulgación gratuita -más de la necesaria para facilitar la comprensión- sobra en una información de actualidad; hace la noticia pesada, desvía la atención y quita las ganas de seguir leyendo”. También cree discutible que los periodistas “deban” hacer divulgación, en el sentido de “educar” a los lectores. En su opinión, los periodistas deben contar cosas interesantes y la ciencia lo es.

Según Fernández Bayo, especialmente interesado en este problema del periodismo científico, el periodista “puede y debe compaginar información y divulgación”. Critica este encuestado que, para mucha gente, el periodismo científico se agota en los reportajes “curiosos” con que a veces se adorna el periódico o la revista, “pero difícilmente consideran que la ciencia sea una auténtica materia informativa, y mientras no se reconozca esta faceta difícilmente se abrirán mayores huecos para ellas en los medios de comunicación”.

Si bien información periodística y divulgación científica “son dos términos que se utilizan con una enorme variabilidad semántica, incluso a veces como sinónimos”, Fernández Bayo encuentra diferencias que afectan:

... al tiempo (la inmediatez de la noticia) al formato (más largo, tipo reportaje para la divulgación), al lenguaje (más preciso, conciso y con menos “explicaciones” sobre los términos especializados en la información), al titular (la divulgación se puede permitir expresiones más figurativas, literarias etc.) al transmisor (las noticias son privativas de los M.C. [Medios de Comunicación], la divulgación la hacen también libros, museos, conferencias, vídeos, películas...), al profesional (la información la hace necesariamente un periodista, o sea alguien que trabaja en o para un M.C., sea cual sea su procedencia educativa), al tratamiento diacrónico (la información DEBE seguir un tema de interés día a día, pero una revista de divulgación no repetiría un tema en dos números consecutivos), al receptor (la información puede adelantar una noticia incluso al científico especialista en ese tema).

El periodista científico José Luis Jurado-Centurión considera, por su parte, que la divulgación es y debe ser la base de la información científico-técnológica en la prensa no especializada. Según este periodista científico, la pretendida *minoría de edad* del lector para estos temas ha sido el pretexto para desvalorizar los contenidos de las secciones de ciencia y tecnología y rebajar su protagonismo por parte de las direcciones de las publicaciones. “Esa batalla -señala- la ganamos poco a poco desde finales de los ochenta, pero ahora de nuevo la estamos perdiendo. Curiosamente a nadie se le ha ocurrido cuestionar que lo mismo -la poca capacidad del lector- se podría aplicar a las páginas de economía, más crípticas y enrevesadas que las tecnológicas, porque en este caso la complejidad se considera *madurez*”. Y en efecto, como se recuerda en las encuestas, la dicotomía información/divulgación no es exclusiva de la ciencia, sino de todas las áreas informativas.

4.3.5. El sensacionalismo y la responsabilidad de los medios

“Los medios informativos se nutren de noticias, es decir, de hechos extraordinarios, anormales, insólitos, fuera de lo habitual y de lo cotidiano. En este sentido, un descubrimiento científico es una noticia y nadie puede pedir a los periodistas una actitud básicamente diferente de la que tomarían ante una catástrofe”⁴⁹, puntualiza Calvo Hernando. Aun así, la tendencia natural al sensacionalismo debe combatirse con una cierta dosis de prudencia en el tratamiento de algunos temas y explicando a la sociedad que la investigación no es sólo el resultado espectacular que se anuncia en un momento dado, sino una búsqueda larga y difícil, que exige perseverancia y esfuerzos ímprobos.

Vladimir de Semir aconseja que frente a la tentación de titular que se ha descubierto “un fármaco milagroso” contra una determinada enfermedad, el periodista científico no sólo debería dejar reposar la información 24 horas -y precisa “¡aunque ello contravenga en buena parte el espíritu que debe tener cualquier periodista para comunicar rápidamente una noticia!”-, sino también asesorarse adecuadamente.⁵⁰ En astronomía, se pueden dar casos en los que sea aconsejable retener una información sobre un descubrimiento hasta disponer de confirmaciones independientes, sobre todo si se trata de la amenaza de un asteroide (véase *Quinta Parte*).

También se recomienda en esta rama del periodismo usar el condicional con mayor frecuencia que en otras especialidades informativas. Por ejemplo: "si se confirman las hipótesis", "este descubrimiento podría...", "detectado un posible...", etc. Pero estos giros o ambigüedades tropiezan con los principios de algunos manuales de estilo. En el de *El País*⁵¹, por ejemplo, si bien en el punto 3.2. se recoge que los titulares debe ser ajenos a cualquier clase de sensacionalismo, en el punto 3.16. "se prohíbe terminantemente el uso de expresiones en el titular -también restringidas en los textos- como 'podría', 'no se descarta', 'al parecer', 'posible', 'probable' y otras similares. El título debe tener un contenido claro y cierto, que transmita credibilidad a toda la información".

Falta de actualidad y de regularidad en el seguimiento

Por contra, vemos que el interés por la noticia ofrecida de forma sensacionalista decae a los pocos días y, como apunta Fernández Bayo, no se hace un seguimiento posterior. Este periodista, tras preguntarse qué se entiende por periodismo científico, dice:

Para una inmensa mayoría de personas, incluidos muchos científicos y no pocos periodistas, el concepto se agota en una especie de enciclopedia general de las ciencias, en una labor de formación del inculto pueblo llano, o en un relleno de las inmensas lagunas educativas que cualquiera padece: divulgación. No cabe decirlo con desprecio porque se trata de una labor importante, pero mientras no se vaya más allá, el periodismo científico seguirá siendo la cenicienta de los medios de comunicación.⁵²

Y añade: "Falta actualidad y regularidad en el seguimiento diario de un acontecimiento científico o tecnológico"⁵³.

4.3.6. Periodistas versus científicos

"Periodismo Científico: la hoguera de las vanidades" fue el título de una conferencia⁵⁴ en el Aula del Instituto de Astrofísica de Canarias. En esta charla, dirigida a astrónomos, se abordaban las "complejas" relaciones entre periodistas y científicos, dispuestos a "quererse" y a "odiarse" con la misma intensidad. La reflexión final que se hacía cuestionaba quiénes eran los verdaderos "Amos del Universo", robando de nuevo una expresión de Tom Wolfe en la novela que daba título a esta charla.

El periodista científico Alberto Aguirre de Cárcer, presente en el curso de la UIMP sobre "Comunicación pública de la ciencia" mencionado en el capítulo anterior, comentó en su intervención una investigación realizada en Estados Unidos sobre la relación entre periodistas y científicos. Esta investigación, financiada por la Universidad de Vanderbilt, cristalizó -en palabras del periodista científico de Abc- "en un informe de elocuente y sombrío título": "Mundos aparte: cómo la distancia entre ciencia y periodismo amenaza el futuro de América".⁵⁵

Una de las principales conclusiones es que la frecuente incapacidad para comunicarse de forma eficaz entre periodistas y científicos amenaza seriamente con socavar el nivel de cultura científica del público norteamericano y reducir su nivel de información fundamentada para juzgar cuestiones clave relacionadas con el mundo de la ciencia, como el calentamiento global del planeta, la clonación humana o el gasto de importantes fondos gubernamentales.⁵⁶

Para este estudio, un veterano periodista, Jim Hartz, y un físico de la NASA, Rick Chappel, entrevistaron a 1.000 científicos y periodistas especializados de Estados Unidos. Según estos autores, ambos colectivos tienen mucho más en común de lo que piensan: muy motivados profesionalmente, de nivel de inteligencia por encima de la media, librepensadores, observadores de la realidad, autocríticos con su trabajo, obligados a competir duramente y curiosos por naturaleza⁵⁷.

Manuel Calvo Hernando también ve afinidades entre periodistas y científicos:

Ambos formulan preguntas, uno a la naturaleza, el otro a los individuos; ambos tienen como obligación comunicar, y tanto el científico como el periodista y el escritor formulan a la sociedad humana una propuesta que es a la vez un desafío: dominar la incoherencia del mundo, o, por lo menos, explicarla.⁵⁸

Pero los criterios de trabajo de uno y otro colectivo profesional son diferentes y, a veces, opuestos. "Chappel y Hartz lo definen como el encuentro entre la tortuga y la liebre. La ciencia avanza lentamente, de forma precisa e incluso conservadora. El periodismo es el reino de la velocidad, un terreno donde triunfa el titular del impacto. Para mayor dificultad, la relación entre el periodista científico y el investigador se ve obstaculizada por la necesidad de ambos de utilizar lenguajes muy diferentes", resume Alberto Aguirre de Cárcer.

Según Manuel Calvo Hernando:

En primer lugar, algunos rasgos de la actividad científica pueden resultar extraños al quehacer periodístico: los distintos estilos de practicar la ciencia; la fuerte competencia entre los investigadores; el papel fundamental de las matemáticas; la ausencia de homogeneidad y, por último, la naturaleza no intuitiva e imprevisible de la ciencia: tanto las ideas que genera como la forma en que se practican están en contra del sentido común, salvo algunas excepciones⁵⁹.

En su relación de *amor-odio*, los periodistas piden a los científicos⁶⁰:

- Una mayor sensibilidad ante la comunicación y la información.
- El uso de un lenguaje asequible.
- El desarrollo de sistemas de convivencia y relación.
- La asunción del deber de informar al público a través de los medios de masas.

Por su parte, los científicos piden a los periodistas⁶¹:

- Una información objetiva y rigurosa.
- La comprobación de fuentes así como de datos y cifras.
- Una presentación del aspecto humano de los investigadores.
- Un respeto por la llamada función sagrada del conocimiento.

Como resultado de la encuesta que hemos realizado entre 63 astrofísicos y 19 periodistas científicos, observamos que ambos colectivos mantienen percepciones ligeramente distintas sobre la relación entre sí.

Por parte de los científicos, si bien reconocen la necesidad y la importancia del periodismo científico (sólo un 12% piensa lo contrario), coinciden en señalar dos problemas: la tendencia al sensacionalismo y la falta de formación del periodista, lo que repercute negativamente en la calidad de las informaciones sobre ciencia y tecnología. Los científicos suelen encontrar muchos errores e imprecisiones en lo que se publica en la prensa (señalan que si se produjeran en otras secciones, como 'política' o 'economía', estos errores tendrían mucha mayor repercusión). Recomiendan más rigor, aunque la noticia pierda impacto, una mayor formación del periodista (cultura científica, disciplina académica, curso de postgrado,...) y más interacción periodista-científico.

Algunos destacan el lado interesado de la divulgación: captar atención pública y fondos. Otros ven el periodismo científico de utilidad para contrarrestar los efectos de las pseudociencias ("luchar contra plagas como las columnas de horóscopos presentes en todos los periódicos españoles"). Hay quien piensa que sigue estando en manos de aquellos científicos que quieren hacer publicidad de sus proyectos. Otros aprecian una mejora de los periodistas científicos españoles en los últimos años y alguno propone como modelo a seguir el de la revista *The Economist*. También se hace hincapié en que debería haber más programas de divulgación en televisión y se sugiere la creación de la figura "interfase", un profesional "liberado", a medio camino entre el experimento y la redacción de la noticia.

Por su parte, los periodistas científicos encuestados sobre la relación científicos-periodistas señalan en su mayoría que el problema no descansa en esta relación, que además califican de buena. Los periodistas suelen quedar satisfechos de su relación con los científicos, salvo excepciones.

"Afortunadamente -señala Alberto Aguirre de Cárcer-, el estudio de la Universidad de Vanderbilt apunta el deseo por ambos colectivos de mejorar su relación. El 81% de los científicos encuestados se manifiesta dispuesto a recibir cursos para aprender a comunicarse mejor con los periodistas o comunicar directamente al público el alcance de sus trabajos".

4.3.7. La falta de formación y la distorsión de las informaciones

En todos los foros sobre periodismo científico celebrados hasta la fecha se hace énfasis en la necesidad de formar especialistas en la comunicación científica pública, procedentes tanto del periodismo como de la ciencia y de la docencia. En concreto, la formación de periodistas, cuyo aprendizaje debería ser vitalicio según Calvo Hernando, iría precedida de la inclusión de la asignatura de Periodismo Científico en los planes de estudios de las facultades de Ciencias de la Información. Es obvio que la falta de formación especializada en el tratamiento de la información sobre ciencia y tecnología es en gran medida el origen de las distorsiones informativas que tanto desprestigian al periodismo.

Según un estudio realizado en la Escuela de Periodismo y Medios de Comunicación de la Universidad de Minnesota y citado por Manuel Calvo Hernando⁶², los errores más frecuentes en las informaciones sobre ciencia y tecnología en los medios informativos eran los siguientes:

- Omisiones importantes (33%)
- Citas defectuosas o incompletas (33%)
- Titulares engañosos (31%)
- Brevedad excesiva (25%)
- Relación defectuosa entre causa y efecto (22%)
- Especulaciones dadas por hechos (20%)
- Títulos imprecisos (14%)
- Datos incorrectos (7%)
- Otros errores (6,2%)

En este estudio, la precisión en la comunicación era proporcional al grado de cultura del periodista.

Como materia científica, las noticias relacionadas con la astronomía también suelen contener errores. Tratándose de distancias o de edades astronómicas, por ejemplo, es habitual añadir ceros de más a las cifras.

En el Instituto de Astrofísica de Canarias, muchos recuerdan el error que cometió *El País*⁶³ con relación al futuro telescopio solar LEST, cuya instalación estaba prevista en el Observatorio del Roque de los Muchachos, en la isla de La Palma. El periódico llegó a decir del telescopio que podría observar el Sol hasta de noche, una deducción aparentemente muy lógica que hicieron de la posibilidad realmente contemplada de que también fuera usado como telescopio nocturno (este telescopio ya no se va a construir, ¡quién sabe si por no poder cumplir este objetivo!).

Uno de los últimos errores de este diario, resultado probablemente de una traducción y titulación apresurada (posteriormente rectificadas), fue el titular "Dos grandes planetas semejantes al Sol, descubiertos alrededor de estrellas"⁶⁴, en lugar de "Dos

grandes planetas descubiertos alrededor de estrellas semejantes al Sol"⁶⁵. Sirva este ejemplo para llamar la atención sobre el problema añadido que supone el idioma de las fuentes. El inglés es, como veremos, el idioma de la ciencia (anglosajona en su mayor parte) y ello no deja de suponer un *handicap* para el periodista español medio, con un nivel insuficiente de esta lengua extranjera.

Como vemos, los errores se cometen hasta en los grandes periódicos que mejor periodismo científico hacen. Por eso, no es de extrañar casos como el de un reportaje sobre el IAC publicado en un periódico de Canarias. Entre otros absurdos, como salidas profesionales de un astrofísico apuntaba: periodista científico, operador de máquinas automáticas, técnico de curtidos, técnico en industria papelera o técnico en grasas, entre otras más o menos disparatadas.

Todos estamos de acuerdo en que hay periodistas que desprestigian a la profesión, que hay poca formación y nada de especialización. Pero también hay que tener en cuenta la naturaleza de la profesión periodística (las limitaciones de espacio y de tiempo) y el poco esfuerzo de algunos científicos por divulgar. Las soluciones pasan por conseguir una mayor colaboración periodista-científico y una mayor formación y especialización del periodista.

Un famoso físico de partículas español dijo una vez, en un seminario sobre periodismo científico en 1985, que al periodista le bastaba con rellenar una plantilla estándar válida para cualquier noticia científica. Lo expuso humorísticamente, pero no dejaba de ser una burda simplificación que subestimaba, si no menospreciaba, la tarea del periodista científico. Pero aún aceptando que algo de cierto pudiera haber en esta visión, no es tan infrecuente encontrar un trabajo periodístico bien hecho.

4.3.8. La jerga científica

Abordamos este problema más extensamente en el capítulo que dedicamos a la interacción entre lenguajes. Señalemos aquí los problemas que apunta Manuel Calvo Hernando: "el penoso desconocimiento de nuestro propio idioma, que es un problema general del periodismo pero que se agrava en la difusión de la ciencia", "la propia complejidad y exigencia del lenguaje científico" y "la oscuridad en el

lenguaje, que la necesaria especialización -y también, a veces, un cierto deseo de hermetismo o de misterio- va creando".⁶⁶

Manuel Calvo Hernando recuerda el ejemplo de la *talidomida*, tranquilizante de moda en los años sesenta que suministrado a gestantes fue causa de importantes malformaciones fetales (especialmente en las extremidades): "Cuando estalló el drama de la talidomida, fueron necesarios muchos meses para retirar del comercio este tipo de medicamentos, ya que la denominación 'talidomidas' no está escrita en todos los casos junto al nombre comercial"⁶⁷.

El Teorema de las Mil y una Noches

El periodismo científico presenta, como hemos visto, una peculiar dificultad como resultado de una necesidad poco frecuente en otras especialidades informativas: la de explicar y divulgar a la vez que se informa. El problema es abordado muy gráficamente por el periodista científico Santiago Graíño K., en los números 16 y 22 del boletín *Periodismo Científico*. En su artículo "El Teorema de las Mil y una Noches" intenta dar una respuesta a la pregunta: "¿qué se le explica al lector y qué se supone que ya conoce?"

El *Teorema de las Mil y una Noches* permite -señala Graíño- "determinar el número de explicaciones sucesivamente intercaladas y no relacionadas directamente con la información que puede soportar un receptor normal sin darse por vencido, odiarnos y abandonar la lectura sin haber entendido nada".

Graíño divide los conceptos que supuestamente desconoce el lector en dos grupos: los que inevitablemente deberán explicarse y las *cajas negras* o aquellos conceptos que se renuncia a explicar. El periodista científico, "si quiere seguir explicando todo rigurosamente, debe intercalar otro pequeño paréntesis explicativo, de la misma manera que en las *Mil y una noches*, una narración lleva dentro de sí otras. Pero el riesgo es el mismo que en dicha obra literaria: cuando uno termina de leer el segundo o tercer cuento intercalado cuesta mucho trabajo recordar de qué iba el primero".

El enunciado de este Teorema dice: "En el Periodismo Científico, la ineficacia crece en función del número de conceptos desconocidos para el lector que se usen, pero también del número de dichos conceptos que se le explican". Parte del concepto de *Ineficacia Periodística* ("Ip"), que sería la incapacidad de transmitir eficazmente una información en el campo y que estaría determinada por dos variables: el número "d" de conceptos desconocidos para el lector (y no relacionados directamente con la noticia) que se usen; y el número "e" de dichos conceptos que se le explican.

Simplificando su formulación, el Teorema se resume en:

$$I_p = d + e^2$$

Y, evidentemente, cuanto mayor es “e”, mayor es la ineficacia.

Graíño concluye que no hay que imitar a Sherezade. “Use sólo los realmente indispensables y elíjalos juiciosamente, ponderando sus valores, que más vale una *caja negra* antes que un lector harto”.

El corolario de las muñecas rusas

Santiago Graíño ha añadido como corolarios a su *Teorema de las Mil y una noches* otros dos teoremas: el *Teorema de las Muñecas Rusas* (publicado en el número 22 de *Periodismo Científico*, Págs. 4-5) y el *Teorema del Receptor Inexistente* (aún inédito). El primero se refiere a la gran trascendencia del hilo narrativo y de la forma en que se encadena la sucesión de elementos explicados (“e”). En ciertos casos, la explicación de algunos conceptos requiere, a su vez, de la explicación de más conceptos, creándose una secuencia de explicación dentro de una explicación, “como en esas muñecas rusas que, cuando se abren, contienen dentro otra muñeca semejante que, su vez, contiene otra... y así sucesivamente”, explica Graíño.

El enunciado de este Teorema dice: “Cuando la intercalación de conceptos explicativos en un texto es sucesiva y lineal, la ineficacia periodística depende del número de dichos conceptos. Sin embargo, cuando la explicación de conceptos se hace intercalada dentro de la explicación de otros conceptos, la ineficacia crece de forma exponencial”.

4.3.9. Los géneros periodísticos

Éste es un condicionamiento propio del ámbito periodístico: la información objeto del periodismo científico debe adoptar alguno de los géneros estándar en su presentación (muy diferentes al modo en que la ciencia suele expresarse). Los habituales en prensa escrita son la noticia, el reportaje, la crónica, la entrevista, el artículo y el ensayo, a los que se ha añadido últimamente la infografía y la crítica o

reseña de revistas y libros científicos. De todos ellos tratamos brevemente a continuación⁶⁸.

La noticia

En el presente siglo, la noticia científica ha pasado desde su reclusión en revistas de cada especialidad o su exposición en reuniones académicas, hasta una presencia creciente en los medios informativos para el gran público⁶⁹. En periodismo, la noticia, también llamada *información*, es el género por excelencia, el más básico y objetivo. La noticia científica es, por tanto, la modalidad informativa más sobria, aunque con todos los componentes necesarios para su comprensión. Como explica Calvo Hernando, "el qué, el quién y, sobre todo, el por qué, son generalmente los fundamentos de la noticia científica, basada en los hechos, las ideas, las personas y los fenómenos de la naturaleza y las explicaciones del Universo, desde la partícula elemental a las galaxias".⁷⁰

La crónica

En la actualidad, con el mayor desplazamiento de periodistas a los lugares donde se producen las noticias relacionadas con ciencia, especialmente reuniones científicas, la crónica se ha convertido en un género habitual en el periodismo científico, si bien el enviado especial puede optar por otros géneros, como el reportaje. El corresponsal permanente también se ha incorporado al periodismo científico, sobre todo en temas relacionados con el espacio (nos referimos, por tanto, a las crónicas enviadas desde Moscú, Nueva York o Washington).

El reportaje

El contenido de la ciencia encaja especialmente en un reportaje, el género periodístico con mayores recursos literarios y el que admite un mayor grado de divulgación. Según Calvo Hernando, el reportaje "une a las características de la noticias y de la información, las peculiaridades del periodista, su cultura, su sensibilidad, su capacidad de atracción, de sugestión y de explicación, y además el propio contenido narrativo del género, especialmente en el llamado reportaje interpretativo o en profundidad".⁷¹ A veces, por razones de maquetación entre otras,

el reportaje se estructura en partes, con un bloque central y uno o dos *sueños* independientes, pero complementarios (además del *infográfico*, que suele acompañar a este género del periodismo científico).

La entrevista

La entrevista es un género periodístico especialmente idóneo para la difusión de la ciencia, dado que detrás de cada noticia científica suele haber un nombre propio. A través de ella se llega a la fuente de la información y muchas veces sirve de base para otros géneros. "Estudiarse el tema y el personaje, presentar sus respuestas de modo inteligente y sugestivo, lanzar su semblanza, son tareas que, si en todos los casos son necesarias al periodista, resultan aquí casi imprescindibles".⁷²

El artículo

La difusión de la ciencia se suele valer de este género (aquí incluimos el artículo de colaboración, la columna, el comentario, ...), que sigue siendo, como señala Calvo Hernando, "lo que distingue al periodismo escrito y a un periódico de otro". Y añade este periodista: "una idea desarrollada en pocas líneas y adobada con la cultura, la originalidad y el estilo del articulista, constituye un excelente instrumento de difusión cultural y científica".⁷³

Frente a las posibilidades del artículo, rara vez la ciencia es objeto de un editorial, género que sobre estos asuntos no se prodiga en la prensa española. "Puede decirse que en el periodismo moderno hay un desplazamiento de temas desde el editorial hasta las columnas, especialmente de aquellos comentaristas con prestigio ante el público y que gozan al mismo tiempo de la confianza ideológica del periódico"⁷⁴, explica Calvo Hernando. Sin embargo, la omnipresencia de la ciencia en tantos aspectos de la vida obliga a que con mayor frecuencia los periódicos dediquen editoriales a la valoración de noticias científicas. También hay quien ha propuesto la figura de *crítico científico*⁷⁵, por analogía con los críticos literarios o musicales.

El ensayo

Aunque desplazado en la prensa diaria por el artículo y relegado a algunas revistas, el ensayo no deja de ser un género adecuado para la divulgación de la ciencia y para abordar por escrito los problemas que la ciencia y la tecnología plantean a nuestras sociedades. "Ese estar a mitad de camino entre la ciencia y la literatura confiere a este género enormes posibilidades divulgadoras"⁷⁶.

El infográfico

Incluimos aquí la *infografía* como un nuevo género periodístico, "una manera autónoma de presentar un mensaje informativo" o "una unidad informativa plena e independiente", según definiciones del Prof. José Manuel de Pablos Coello⁷⁷. "El infográfico -explica este autor- puede ir acompañado de un texto complementario, como ilustración, de igual manera que una noticia suelta puede ir complementada con un artículo de opinión o por un reportaje, como sinergia de géneros, pero ello no ha de suponer que ambos han de presentarse fundidos para tener validez, porque cada cual seguirá siendo válido por sí mismo"⁷⁸.

Este nuevo género, que hace el papel de entrada gráfica de una información, produce un mayor impacto visual en el lector, que si le llama la atención se detendrá más en la noticia. Al comprimir en poco espacio la información suficiente, se trata de un género con mucho futuro en una sociedad de la información en la que, en palabras de De Pablos, "lo visual prevalecerá sobre lo exclusivamente literario"⁷⁹.

La infografía es un género muy utilizado en el periodismo científico y especialmente para ilustrar y documentar noticias astronómicas o relacionadas con el espacio. La razón es que los infográficos (o "infos") pueden "deshacer dobles interpretaciones de un texto oscuro; explicar modos de suceder los hechos, al presentar sólo lo más experimental de los mismos; analizar acontecimientos, operando solamente con aquello que es más imprescindible para su reconocimiento; mostrar actividades humanas imposibles de presentar de otra forma gráfica"⁸⁰.

La fotografía y otros recursos gráficos son, también, evidentemente, muy utilizados en el periodismo científico y, especialmente, en la ilustración de temas astronómicos y espaciales.

La crítica y la reseña

En consonancia con la proliferación de libros y revistas de divulgación científica (entre ellos, los que constituyen el fenómeno de *la tercera cultura*, que ya hemos visto), es frecuente encontrar en la prensa diaria tanto amplias y documentadas críticas como breves reseñas sobre ellos.

4.3.10. El complejo de superioridad

Pese a haber alcanzado cierto grado de madurez como especialidad informativa, el periodismo científico “parece haber crecido de una manera introspectiva, más especializado, elitista y distanciado de sus raíces de origen”, observa James Cornell, presidente de la Asociación Internacional de Escritores Científicos⁸¹.

Según este autor, los periodistas científicos tienden a sentirse diferentes e incluso superiores frente a otros periodistas. Además de su habilidad para captar la esencia de la investigación científica, tienen la suerte de estar asistiendo a los grandes descubrimientos de nuestro tiempo, conocen e intercambian opiniones con las mentes más privilegiadas y participan activamente de los hechos que perfilarán el futuro.

Todo ello converge en un complejo de superioridad que, si bien -señala Cornell- está justificado hasta cierto punto (traducir la ciencia a prosa es una ardua tarea, más difícil de apreciar que el hecho mismo de hacer ciencia), no debería hacernos olvidar el principal objetivo del periodismo: “hablar para las personas”. “Hemos sacrificado el periodismo por la ciencia. Para muchos escritores, el comunicar los avances de la ciencia tecnológica se ha convertido en un trabajo puramente intelectual”, añade Cornell.

Frente a esta situación del periodismo científico en los países más desarrollados, surgen las necesidades de los periodistas científicos en los países del Tercer Mundo, no sólo en la lucha por el medio ambiente (calentamiento terrestre, reducción del ozono, lluvia ácida y residuos tóxicos), sino también en el acceso a la información.

4.4. ¿Cuáles son las fuentes del periodista científico?

En todos los campos del periodismo se dan una serie de circunstancias que determinan la profesión. Pero los periodistas científicos, como advierte la socióloga norteamericana Dorothy Nelkin, “sufren un condicionamiento adicional, el tener que asimilar y simplificar gran cantidad de material que a veces es extremadamente complicado”⁸². Tal complejidad se suma a los demás condicionamientos del periodismo “para aumentar la vulnerabilidad de los reporteros científicos ante las fuentes que tratan de manipular la información”.⁸³ De ahí que sean tan necesarias en esta especialidad la documentación y la consulta contrastada de fuentes fiables, hoy transformadas radicalmente “con el advenimiento y la popularización de las nuevas tecnologías de la información y especialmente las redes informáticas.”⁸⁴

Para Manuel Calvo Hernando las fuentes del periodismo científico son las siguientes⁸⁵ :

- agencias informativas y de colaboraciones.
- universidades, centros de investigación e investigadores.
- organismos internacionales, embajadas, empresas.
- libros y revistas.
- bibliotecas y bases de datos.

En la encuesta que realizamos y en respuesta a la pregunta correspondiente a las fuentes del periodismo científico, la mayoría coincide con la opinión de Santiago Graño: “Las principales fuentes son las fuentes... Es decir, los protagonistas de la información y sus publicaciones especializadas”. Y este periodista añade que, en este sentido, “la labor de los gabinetes de prensa es muy importante en ciencia”, y entre ellos se destaca los del CSIC y el IAC. Por otra parte, hoy en día se puede fácilmente establecer contacto directo con los propios investigadores por correo electrónico, lo que hace que algunos periodistas científicos consideren innecesaria la mediación de los gabinetes de comunicación.

También se hace hincapié en fuentes como las universidades -la labor de investigación que se realiza en ellas y las tesis doctorales-, los congresos científicos y, especialmente, Internet, "donde está prácticamente toda la gran ciencia, de vanguardia o no, que se hace en los grandes países", una fuente que proporciona información de forma inmediata y que permite disponer de fotografías.

Para el caso concreto de temas de astronomía o del espacio, se mencionan además de Internet (páginas web y listas de correo), las revistas científicas (*Science*, *Nature*, etc.), las agencias espaciales (ESA, NASA), las agrupaciones astronómicas, las universidades y la industria del sector, junto con centros españoles como el IAC, el IAA, el LAEFF y el INTA. También se citan como fuentes a directores de planetarios.

4.4.1. Las revistas de referencia y sus press releases

Para muchos periodistas científicos, las mejores fuentes de información son las revistas internacionales de impacto con sistema de arbitraje o *peer review*, "ya que garantizan que los trabajos han sido sometidos a una revisión por expertos independientes", señala Alberto Aguirre de Cárcer.

Pero los esfuerzos interesados que estas revistas están haciendo en comunicación están teniendo consecuencias no deseables. La periodista Milagros Pérez Oliva analiza este problema en la revista *Quark*, en un artículo titulado "Valor añadido de la comunicación científica"⁸⁶:

Las revistas científicas han observado con preocupación la irrupción cada vez mayor de los medios de comunicación en la divulgación de las noticias científicas. Y han tratado de mantener su monopolio convirtiéndose en la principal fuente de los propios medios de comunicación. Con esta estrategia no sólo consolidan su posición relativa, sino que además se aprovechan de la enorme capacidad de proyección que tienen los medios de comunicación. Por eso, son las propias revistas científicas las que envían a los medios avances con los temas más importantes que publicarán en el próximo número y resúmenes embargados para publicar el mismo día de aparición de la revista. Este sistema, plenamente consolidado, contribuye a que la información científica sea cada vez más una *noticia acatamiento*. ... Para la mayoría de los medios, acatar la hegemonía de las revistas científicas es una cuestión de necesidad y muchas veces también de comodidad. De hecho, se está consolidando un sistema cerrado muy poco permeable a la crítica. Los medios no tienen recursos para realizar un periodismo científico de investigación y los investigadores no están interesados en cuestionar a las revistas científicas porque éstas constituyen su mejor plataforma de promoción profesional y aspiran a seguir publicando en ellas.

Como resultado del suministro de información dirigido de las revistas de referencia, a través de sus comunicados de prensa o *press releases*, se observa una tendencia hacia una información más homogénea (predominantemente anglosajona) en los grandes medios de comunicación⁸⁷.

El reportaje científico remoto

Martin Yriart también ha reflexionado sobre lo que él llama "reportaje científico remoto" y del que habló en el II Congreso Nacional de Periodismo Científico celebrado en Tenerife. "La difusión de la Internet y la World Wide Web –señaló– está induciendo importantes cambios en la forma en que los periodistas científicos de la prensa mundial realizan sus reportajes. Estos cambios se pueden observar ya en la prensa española. Si bien por una parte revelan que la accesibilidad de las fuentes crece de manera acelerada gracias a la posibilidad de establecer contactos en línea, por otra es evidente el aumento de la influencia de revistas científicas internacionales como *Science* y *Nature*, o instituciones como la NASA, que poseen sitios en la WWW y los explotan intensivamente".

La mejor fuente de información ha dejado de ser el propio periodista que presencia los hechos, aunque ahora puede cubrir acontecimientos simultáneos en el tiempo pero muy alejados en el espacio. "Los entrevistados –critica Yriart– no responden a preguntas, sino que hacen declaraciones" y no se consigna si la información se ha obtenido vía correo electrónico. Las revistas ejercen una tremenda influencia en la tendencia de las noticias y el reportaje científico se concentra en unos pocos temas relacionados con la *Big Science* (exploración espacial, genoma humano, cambio climático), siendo la información en los medios muy similar. De ahí que –según Yriart– esta situación plantee ciertos interrogantes, entre ellos cómo influye la disponibilidad de la información en línea en la calidad y cómo afecta esto a los lectores de los periódicos.

4.4.2. La manipulación informativa y la vulnerabilidad del periodista

“Encontrar fuentes y opiniones fiables en el mundo del conocimiento es intrínsecamente difícil”, señala Dorothy Nelkin, quien considera que “la naturaleza de la ciencia y la técnica favorece la confianza en las fuentes oficiales, fuentes previsibles y que saben preparar la información”⁸⁸. Hasta ahora, los mayores temores de ser manipulados por las fuentes de información procedían de los gabinetes de prensa. Ahora, el peligro se extiende a otras fuentes de información y, en concreto, a Internet.

Con respecto a este punto, preguntamos en nuestra encuesta a los periodistas científicos sobre cómo se defendían de los intentos de manipulación por parte de algunas fuentes y si consideraban que Internet aumentaba este peligro.

La mayoría de los encuestados apunta que se defienden de la manipulación contrastando y contextualizando la información, a lo que ayuda el espíritu crítico y la experiencia. En algunos casos, se insiste en la necesidad de especialización del periodista y en contar con fuentes de referencia, “poniendo ‘en cuarentena’ (casi siempre) las noticias científicas anunciadas en rueda de prensa sin una publicación o presentación en congreso que la avale”, señala Alicia Rivera.

“Es teóricamente más fácil ser manipulado al tratarse de información compleja, de difícil comprensión” y “todo juega en contra del periodista (falta de tiempo y falta de información y conocimiento)”, pero también es verdad que a este tipo de fuentes de información, “casi siempre los delata su afán de protagonismo”. El periodista Martín Yriart opina:

Las estrategias de manipulación de las fuentes no son en periodismo científico muy diferentes que en otros campos, con la salvedad de que los científicos tienen en general menos dinero y oportunidades de tentar a los periodistas que otras fuentes, aunque hay excepciones, como la de la NASA, con sus muy discutidas “becas”, o las multinacionales farmacéuticas, que son poderosas compradoras de espacio publicitario en los medios.

Otro problema añadido que se apunta en la encuesta es que el periodista establezca una relación “excesivamente amistosa” con un científico, “porque ello puede repercutir en su trabajo, haciéndolo algo tendencioso, incluso aunque intente que ello no ocurra”.

En cuanto a Internet, es evidente que ha cambiado la forma de trabajar del periodista científico, "porque permite el acceso directo y rápido a las fuentes de información, donde quieran que estén", "no es una fuente en sí misma, sólo un canal que facilita enormemente el acceso a la información y por supuesto a sus fuentes". Pero también es verdad que "es fuente de todo" y, por tanto, también "es la mayor fuente de pseudociencia actualmente". Sobre este punto, el 37% (7 de 19) considera que Internet en sí misma no aumenta el peligro de manipulación, incluso algunos piensan que todo lo contrario, mientras que el mismo porcentaje sí cree que son muchos los peligros que encierra.

De nuevo Martín Yriart nos ilustra esta opinión con un divertido comentario:

La Internet ofrece una invaluable oportunidad a periodistas perezosos y negligentes de despachar rápidamente una página sin tener que moverse de la redacción, e impresionar a sus jefes con una deslumbrante industrioidad, que hace parecer que a la mañana estuvieron haciendo un reportaje en *Jet Propulsion Laboratory*, a la tarde en el *Jülich Kernforschungszentrum* y a la noche en el *Institut Pasteur*.

Nosotros también creemos que Internet "puede incrementar la desinformación", pero que "es una herramienta imprescindible para los periodistas científicos". Con el ejemplo astronómico, el periodista José Luis Jurado-Centurión concluye:

No hay bastantes profesionales con un seguimiento de años sobre los avances astronómicos para discriminar lo que de verdad es noticia y lo que ya no lo es. Internet puede ser una fuente de contaminación, al ser una tribuna pública donde cualquiera puede exponer su opinión a favor o en contra de un desarrollo tecnológico, pero sus virtudes son, con mucho, superiores a sus defectos.

A continuación mostramos, no obstante, un ejemplo de cómo las fuentes de información electrónicas pueden manipular a los medios de comunicación.

Hielo oculto en la Luna

El 2 de diciembre de 1996 los medios de comunicación norteamericanos se hacían eco de una información sobre la posible existencia de hielo en el polo sur de la Luna. La información no era nueva; como en 1995, se resucitaba una vieja hipótesis, supuestamente amparada en los datos obtenidos con la nave *Clementine*, lanzada por la NASA, en febrero de 1994.

Las autopistas de la información, sobre todo a través de los *news groups*, habían puesto nuevamente en circulación esta noticia provocando grandes titulares y creando sensacionalistas expectativas acerca de la colonización de nuestro satélite. Al día siguiente, el Pentágono convocaba una rueda de prensa para desmentir la confirmación de la noticia que, a pesar de las matizaciones, se propagó en su versión más espectacular (también en la prensa española).

Los medios de comunicación habían sido manipulados por unas fuentes ocultas tras los servidores electrónicos de información y no necesariamente fidedignas. ¿Quién estaba detrás de esta noticia? ¿Particulares con afán de notoriedad o con intereses profesionales? ¿Hasta qué punto su difusión no obedecía a los esfuerzos de la NASA por justificar nuevas inversiones en las misiones espaciales a la Luna? ...

Ahora mismo, independientemente de si realmente hay hielo o no en la Luna (con la sonda *Lunar Prospector* el tema ha vuelto a plantearse), es interesante comprobar que si bien las autopistas de la información (Internet y otras redes) están revolucionando el periodismo y facilitando la labor a los periodistas, en especial a los periodistas científicos, éstos nunca fueron tan vulnerables a sus fuentes de información.

4.5. ¿Cómo ha sido la evolución de la especialidad?

Los medios de comunicación se ocupan cada vez más de los temas relacionados con la ciencia y la tecnología, aunque esta situación no se daba hace tan sólo unos años. Tras el monopolio de la política en prensa, radio y televisión, la escala de valores de nuestra sociedad entre el saber y el poder se ha alterado en gran medida con la incorporación de la ciencia y su participación en las grandes decisiones de la política. Esta alteración se ha producido también en España, como ya explicaba hace una década el periodista Vladimir de Semir:

Tras los años de desmesurado interés por la política -en buena parte lógico por las circunstancias históricas que nos ha tocado vivir con el paso de una dictadura a una democracia en una transición modélicamente pacífica-, el ciudadano parece que dirige su interés hacia otros campos. En principio, fue la economía la que abrió este nuevo camino y

así se reflejó en los medios de comunicación. La razón no es otra que a todos nos interesa prioritariamente lo que nos atañe directamente. Por ello no es de extrañar que, desde hace unos años, un nuevo capítulo de esta reconducción del interés general se haya abierto con la información científica y médica."⁸⁹

En el I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia, Gemma Revuelta, del Observatorio de la Comunicación Científica y Médica de la Universidad Pompeu Fabra, señalaba como factores de este cambio la profesionalización del periodista científico, la demarcación de espacios dedicados a la ciencia en los medios de comunicación, la globalización de las ciencias y la creación de fuertes estructuras de comunicación por parte de instituciones científicas⁹⁰. Y en concreto apuntaba este último factor como el que, a su vez, determina el predominio del mundo anglosajón – y, especialmente, de Estados Unidos- como fuente principal de la información científica (véase NASA), “aspecto –dijo- en el que Europa todavía tiene un largo camino que recorrer”.

4.5.1. Los suplementos científicos

Ya en los años treinta, el novelista y periodista científico Arthur Koestler fue director de la sección científica del diario alemán *Vossische Zeitung*⁹¹. En 1978, el *New York Times* se convirtió en el primer periódico de Estados Unidos que dedicaba una sección específica a la divulgación estructurada de las ciencias. Después se produjo una gran explosión de las revistas especializadas y la aparición en la prensa diaria de los suplementos científicos y de espacios concretos en radio y televisión.

En España, *La Vanguardia*, donde a principios de siglo ya escribían científicos como el astrónomo Josep Comas i Solá, fue el primer periódico que creaba una sección específica dedicada a la divulgación científica: el 10 de octubre de 1982, y en domingo, el día de mayor audiencia, se publicaban cuatro páginas. Poco después le siguieron los demás periódicos. El primer número del suplemento de ciencia de *Diario 16* salió en octubre de 1984. *Abc* creaba la sección “Ciencia y Futuro” en mayo de 1985 y en octubre de ese año comenzaba a publicarse el suplemento “Futuro” de *El País* (véase la Quinta Parte).

Sin embargo, la existencia de suplementos de ciencia en los periódicos no es ninguna garantía. Como ya advertía Ignacio Fernández Bayo hace años, “no es, la más de las

veces, más que un 'ghetto', una reserva aparentemente destinada a unos pocos aficionados, fácilmente distinguible para ser 'saltada' en bloque"⁹². De ahí que para este periodista quizá sería deseable la desaparición de estos suplementos semanales a cambio de un hueco diario o su dispersión por otras secciones. De hecho, esa parece ser la tendencia última, caracterizada por la desaparición de la mayoría de los suplementos científicos, aunque actualmente –también según Fernández Bayo–, hasta ahora la desaparición o disminución de estos suplementos no ha ido acompañada de una mayor presencia cotidiana de la ciencia en los periódicos.

Sin embargo, como declaraba Vladimir de Semir en su intervención en el I Congreso Nacional de Periodismo Científico, la situación (a 1990) todavía no es óptima para el periodismo científico en España, donde las noticias científicas raramente escapan de los suplementos de ciencia o periódicos especializados, menos aún constituyen titular de primera página. No ocurre así en los grandes periódicos de gran tirada, como *USA Today*, que diariamente reservan espacio en su portada para una noticia científica.

De Semir aduce como razones de esta situación la falta de sensibilidad de los cuadros directivos de las redacciones y un cierto desconocimiento de un tipo de información que necesita de una especialización importante, incluso de una estrecha colaboración de los propios científicos, y que podría poner en juego la credibilidad del periodista y del medio.

A este respecto es interesante el siguiente comentario de la periodista Milagros Pérez Oliva:

Algunos de los grandes medios se han replanteado recientemente esta política de suplementos argumentando que ya no es necesario mantener un espacio específicamente reservado a los temas especializados, sino que han de integrarse en la corriente continua de la comunicación diaria. Es cierto que aparece más cantidad de información científica en las páginas diarias y que la periodicidad semanal de los suplementos no permite tratar adecuadamente los temas de máxima actualidad. Pero la razón principal del replanteamiento no es de índole periodística, sino económica: algunas publicaciones se han visto obligadas a reconducir su política de suplementos exclusivamente por un problema de costes y porque la comunicación científica no ha logrado, contrariamente a lo que se esperaba, mover una publicidad específica hacia esas páginas. Ése es un valor añadido que se le suponía y que no se ha confirmado.⁹³

Lo que sí se ha puesto de moda son los coleccionables sobre el Universo. Comenzó *Diario 16*, que en 1987 publicó el coleccionable "Misterios del universo". Sobre el mismo cuenta José Ramón Inchorbe, entonces redactor jefe: "Nos planteamos qué tema podría sustituir al coleccionable del cine; hicimos un estudio entre nuestros

lectores y descubrimos que sentían un gran interés por los temas relacionados con el universo y el espacio; así que pusimos en marcha, dentro del dominical, el suplemento 'Misterios del universo'⁹⁴.

4.5.2. Otros medios de comunicación

No entraremos aquí en el periodismo audiovisual y su importancia creciente para la difusión de la información científica, que sin duda constituye un tema de investigación para futuras tesis doctorales y al que nos hemos referido someramente en un capítulo anterior.

4.5.3. Asociaciones, congresos y cursos universitarios

Una prueba del relieve profesional alcanzado por esta especialidad informativa son las reuniones de carácter internacional que se vienen celebrando en los últimos años.

En un número especial del periódico *Ideal* de Granada con motivo del I Congreso sobre la Comunicación Social de la Ciencia, Manuel Calvo Hernando resumía la cronología de los foros de periodismo científico en España, Europa y América (tema abordado más ampliamente en sus libros). Comienza esta cronología en 1955, en Madrid, con una conferencia de la UNESCO sobre la difusión de la ciencia. Le siguen diferentes encuentros, cursos y seminarios, especialmente en el ámbito iberoamericano, muy activo en esta especialidad.

En Madrid se celebraron igualmente varios coloquios y seminarios sobre divulgación de la ciencia y periodismo científico en 1958, 1965 y 1967. También en La Coruña (1972) y en Salamanca (1976). La Universidad Internacional Menéndez Pelayo organizó en Santander cursos sobre periodismo científico en 1977 y en 1986, y un Encuentro sobre Comunicación Pública de la Ciencia en 1998. Madrid volvió a ser foro de reuniones sobre esta especialidad en al menos tres ocasiones más: Primer Encuentro de Periodistas Científicos (1989), Primer Congreso Nacional de Periodismo Científico (1990) y el II Encuentro Internacional de Comunicación Pública sobre Ciencia y Tecnología (1991).

En 1969 se creó la Asociación Iberoamericana de Periodismo Científico (AIPC), que ha celebrado hasta ahora seis congresos: I-Caracas (1974), II-Madrid (1977), III-México D.F. (1979), IV-Sao Paulo (1982), V-Valencia (España) (1990) y VI-Santiago de Chile (1996).

La Primera Conferencia Mundial de Periodistas Científicos tuvo lugar en Tokio (Japón), del 10 al 13 de noviembre de 1992. Fue convocada por la UNESCO, con la colaboración de la Asociación Internacional de Periodistas Científicos (*ISWA, International Science Writers Association*), la Asociación de Periodistas Científicos de la Unión Europea (*EUSJA, European Union Scientific Journalists Association*) y la Asociación Iberoamericana de Periodismo Científico (*AIPC*).

Los 156 participantes pertenecientes a 31 países firmaron la denominada *Declaración de Tokio*⁹⁵, la cual en esencia recoge que la democratización de la información científica y tecnológica y la formación de periodistas especializados, sobre todo en los países pobres, son condiciones básicas para que el periodismo científico contribuya a la construcción de un mundo mejor. En una ponencia de Calvo Hernando en este congreso se recoge:

En este contexto, complejo, apasionante y arriesgado, los periodistas científicos mantenemos un combate en múltiples frentes, contra la indiferencia de las sociedades y sus dirigentes, contra el analfabetismo funcional y la incompreensión de la naturaleza y procurando explicar al público el universo grandioso y perturbador de este final de centuria y de milenio.⁹⁶

En cuanto a la enseñanza universitaria, en los años sesenta las escuelas de periodismo de Estados Unidos empezaban a dar cursos de periodismo científico. Allí, como pone de manifiesto Dorothy Nelkin en su libro *La ciencia en el escaparate*, la situación de esta especialidad es diferente a otros países: en 1992, las cifras hablaban de 5.000 personas que en Estados Unidos se consideraban *science writers* (literalmente "escritores de ciencia" en inglés)⁹⁷. Sin embargo, en España, como hemos visto en el capítulo anterior, sólo recientemente, y en muy pocos casos, el periodismo científico alcanza rango académico.

Periodismo científico en Canarias

En Canarias se dan una serie de circunstancias favorables para desarrollar el periodismo científico y, de ese modo, contribuir a establecer la necesaria comunicación entre ciencia y sociedad. Las Islas generan ciencia y tecnología; cuentan con universidades y centros de investigación, como el Instituto de Astrofísica de Canarias; se proyectan nacional e internacionalmente por medio de los logros de sus investigadores; son el foro ideal para congresos científicos, de los que cabe hacer una importante labor informativa y divulgativa por parte de los medios de comunicación; y a su oferta turística incorporan la modalidad científica (visitas a los Observatorios Astrofísicos o al Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife, por ejemplo).

Si bien en Canarias no se exige especialización científica a los periodistas, sí es una asignatura de cuarto curso (aunque cuatrimestral) que se incluye, como hemos visto, en el plan de estudios de la Facultad de Ciencias de la Información de la Universidad de La Laguna.

La existencia del IAC, con el consiguiente volumen de información científica y tecnológica que genera, ha forzado en cierto modo la especialización de algunos periodistas que han sabido perder el miedo a estos temas. Como prueba de este buen hacer sirva el análisis realizado sobre el tratamiento informativo dado por la prensa canaria a una importante reunión científica celebrada en Tenerife y que llevaba por título "Key Problems in Astronomy" (Problemas clave en Astronomía).⁹⁸

A pesar de estos meritorios esfuerzos, debemos concluir que de momento el periodismo científico prácticamente no existe en los medios de comunicación de Canarias.

4.6. Reflexión final sobre el presente y el futuro del periodismo científico

"Los lectores piden más y mejor información científica", se decía en titulares en la sección de "El Defensor del Lector" de *El País*⁹⁹. A las cartas de los lectores demandando más espacio, contestaba Malén Aznárez, redactora-jefa de Sociedad:

Al igual que nuestros lectores interesados en la información científica o de salud, lamento, y mucho, como responsable de la misma, que las posibilidades de una mayor presencia de estos temas nos vengan muy condicionadas por el espacio que se nos adjudica, y quizás, todo hay que decirlo, por la todavía escasa sensibilidad general que suscitan estos temas en los propios medios, unida a su falta de tradición en la prensa española, a diferencia de la anglosajona, donde son habitualmente objeto de sus primeras páginas.¹⁰⁰

Esta desequilibrio entre la oferta y la demanda de información científica se puso de manifiesto en Granada durante las sesiones del I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia. Según los resultados de una encuesta elaborada por el CIS que presentó Ernesto Páramo, director del Parque de las Ciencias de Granada, existe un déficit del 43% en información sobre avances médicos, un 37% sobre descubrimientos científicos y un 30% sobre ecología y medioambiente. Sin embargo, se registra un 0% de déficit en información deportiva y un 5% de exceso de información política, saturación de la que se quejan los encuestados.

Hay quien alerta, no obstante, sobre la credibilidad de este tipo de encuestas, que son contradictorias por incoherencia de la audiencia: el deseo declarado puede no coincidir con la conducta¹⁰¹. De hecho, como nos comenta el periodista Manuel Montes, “hay público para una visión científica y tecnológica espectacular, curiosa, [de ahí el incremento en el número de revistas periódicas de divulgación “amable” de la ciencia y la tecnología], pero no para un seguimiento de la actualidad fría y compleja [reflejado en la desaparición del tratamiento amplio de la información científica en la prensa]”.

En cualquier caso, directores y propietarios de periódicos siguen debatiendo sobre la influencia del mercado en los medios. Mientras para unos es obvio que los medios están sujetos a las leyes de la oferta y la demanda, para otros el criterio de calidad debe estar por encima de los intereses de mercado y los contenidos deben quedar en manos de los profesionales del periodismo.

Milagros Pérez Oliva analiza, en el artículo ya mencionado de la revista *Quark*¹⁰², cómo la comunicación científica aporta a los medios de comunicación importantes valores añadidos, entre ellos la credibilidad, el interés social, la fidelización de los receptores o la legitimación de los medios como vehículo de transmisión de conocimiento. Pero estos valores añadidos –advierte esta periodista- pueden perderse si no se tienen en cuenta ciertos condicionantes, como son:

- El problema de la validación de las informaciones (también de las fuentes) que, dada la diferencia de tiempos de producción de la ciencia y del periodismo, descansa exclusivamente sobre la competencia previa del periodista.
- Los intereses ocultos y la creciente influencia del aparato comunicacional externo, muy interesados en conformar una opinión pública favorable, sobre todo teniendo en cuenta que la *opinión pública* coincide cada vez más con la *opinión publicada*.
- La influencia del contexto político y social, siendo los medios demasiado complacientes con los estudios de tipo sociológico.
- Los problemas de recepción e interpretación de los mensajes, habiendo sucumbido a un planteamiento épico del progreso científico y a una mitificación de la técnica que ha creado expectativas irreales.

En la reflexión sobre el presente y el futuro del periodismo científico que pedíamos en el cuestionario enviado a los periodistas (Véase el Anexo 2), la mayoría de los entrevistados se queja de la consideración que la información científica tiene en la prensa (“una anécdota o un relleno que cualquiera puede hacer”, “materia eventual sólo apta en el apartado de sociedad” y que “desempeña un papel simbólico”). Algunas de las respuestas vienen a concluir en este resumen de problemas que hace el periodista científico Vladimir de Semir en un artículo:

... lo que ocurre casi a diario en la divulgación de la ciencia que realizan los medios de comunicación de masas: tendencia a la espectacularización de las noticias, falta de análisis y situación en perspectiva de las noticias científicas, excesivo dominio de determinadas revistas de referencia en la selección de las noticias, falta de crítica sobre las fuentes (y más cuando son poderosas) y preocupante ausencia de criterio en la valoración de las informaciones.¹⁰³

En el mismo lugar, De Semir insiste:

Es posible que, además, se esté produciendo un efecto perverso con la generalización de la información científica y médica en los medios de masas. La creciente omnipresencia de la información científica en los medios generalistas puede inducir una banalización de la ciencia, sobre todo porque las propias revistas de referencia influyen con sus *press releases* en

que así sea haciendo sumamente fácil, rápido y acrítico el trabajo del periodista, al igual que el "periodismo de declaraciones" trivializa el periodismo político y llena a diario páginas y páginas y arrincona la existencia de análisis y la capacidad de discernimiento periodístico.¹⁰⁴

Más crítico se muestra el físico Fernández-Rañada, para quien los medios de comunicación, "con su énfasis en lo fútil y en la levedad del momento, conducen a la antípoda de la sociedad ilustrada, que era el ideal reinante hasta no hace mucho tiempo".¹⁰⁵

Si el contenido científico y tecnológico de la actualidad es cada vez mayor (y hasta ahora no hay señales que permitan prever una variación en la tendencia) parece contradictoria la ausencia, en buen número de medios, de información científica y tecnológica realizada con sencillez y profundidad al mismo tiempo. Y esto aún después de que estudios como el del profesor Fayard, de la Universidad de Poitiers, hayan puesto de relieve que en los grandes periódicos europeos la ciencia "vende" si se presenta de modo periodístico.¹⁰⁶

Estamos con la idea de la periodista Victoria Toro de que el periodismo científico debe dejar de ser aburrido, y como nos propone Juan Luis Martín Díaz: "Hay que hacer de la ciencia un espectáculo de masas sin que esto signifique que se resienta el rigor informativo".

Sin embargo, no podemos dejar de identificarnos con el realismo un tanto pesimista del periodista José Luis Jurado-Centurión en su análisis sobre la situación. De su extensa reflexión aportada a nuestro cuestionario destacamos los siguientes párrafos:

Paradójicamente, a finales de siglo y cuando ya toda la sociedad ha asumido de forma generalizada que el entorno tecnológico será el marco de su actividad y la de sus hijos a partir de ahora, los medios de comunicación de masas, que durante algunos años demostraron cierta fascinación por las tecnologías emergentes, han dado la espalda a estos contenidos o los han banalizado hasta un punto que no se conocía desde finales de los años setenta. Esto responde en parte a la banalización de contenidos que se ha producido en todas las áreas informativas, en un momento en el que la prensa escrita sufre una crisis de identidad frente a las publicaciones electrónicas y la televisión y no encuentra cómo posicionarse ante la perspectiva de una alarmante bajada de lectores en los próximos años, un fenómeno que ya está comenzando a percibirse en todo el mundo occidental ... Las tímidas entradas de los periódicos en entornos tecnológicos responde más a una estrategia de mercado que a un sincero *mea culpa* por la exclusión de estos soportes y su mundo dentro de los contenidos *importantes* de las publicaciones. Esta falta de clarividencia sobre lo que ya supone la tecnología es un suicidio a medio plazo para este periodismo decimonónico, rechazando visceralmente la ciencia y la tecnología como valores importantes en su estrategia global de cara al consumidor y manteniéndolos sujetos a la potestad desvirtuadora de las secciones de Sociedad.

Pero Jurado-Centuri3n no atribuye s3lo a esta crisis de competencia la falta de peso de la ciencia y la tecnolog3a en la prensa actual, sino que tambi3n cree que responde a cierta estrategia de los poderes f3cticos frente a la que el periodismo cient3fico deber3 luchar:

No hace falta mucha imaginaci3n para plantearse si esta desvirtuaci3n de la realidad, consentida y asumida, no responder3 a una estrategia de los poderes f3cticos para alejar a la opini3n p3blica de los temas cient3fico-tecnol3gicos, precisamente cuando la respuesta de la sociedad a 3stos comienza a ser m3s comprometida y militante. Qu3 mejor forma de acallar la contestaci3n popular que darle una informaci3n manipulada y sesgada, o a3n mejor, darle la m3nima posible. La pol3tica de alianzas tecnol3gicas va a configurar en el siglo que est3 a punto de comenzar un nuevo poder econ3mico supranacional omnipresente y omn3modo, que afectar3 a todos los elementos sociales. Una sociedad contestataria no ser3 un buen caldo de cultivo para poner en marcha megaproyectos en los que la 3nica 3tica es el beneficio, bajo la f3rmula de que el fin justifica los medios. En este contexto, el periodismo cient3fico-tecnol3gico puede cobrar, si sobrevive a la dura confrontaci3n que le espera, un protagonismo hasta ahora inimaginable en extensi3n y objetivos, nada m3s y nada menos que vigilar a los nuevos *grandes hermanos*, para asegurarse de que la absorci3n por la sociedad de las nuevas tecnolog3as no sea asumida de forma traum3tica y perversa.

NOTAS

- ¹ *Quark, Ciencia, Medicina, Comunicación y Cultura* es una publicación periódica trimestral editada por el Observatorio de la Comunicación Científica de la Universidad Pompeu Fabra. Dirección en Internet: <http://www.imim.es/quark/qk0301.htm>
- ² *Periodismo Científico* es el boletín informativo editado por la Asociación Española de Periodismo Científico y del cual existe una versión digital. Dirección en Internet: http://www.cuerpo8.es/PERIODISMO_CIENTIFICO/PeCiportada.html.
- ³ CALVO HERNANDO, Manuel. *Periodismo Científico*. Editorial Paraninfo. Madrid, 1992, 2ª edición revisada y ampliada. Pág. 22.
- ⁴ Cuenta el periodista Vicente Verdú que el término *politically correct* apareció en torno a 1990 y que fue ganando publicidad con una serie de primeros artículos en las revistas *New York, Newsweek, Time* y *Atlantic Monthly*. “No fue inventado originalmente por estas publicaciones, pero los *media* lo adoptaron hasta la saciedad y contribuyeron a su popularidad y su éxito”. Se trata de un movimiento que nació en la izquierda universitaria de Estados Unidos “con la pretensión -explica Verdú- de desterrar de las manifestaciones culturales todo reflejo de dominación de una cultura sobre las demás y combatir la discriminación de las minorías”. (VERDÚ, Vicente. “La etiqueta genuinamente americana”, en *El País*, 19/10/95).
- ⁵ 4,221 años luz.
- ⁶ 12.300 millones de años luz. “El hallazgo del objeto cósmico más distante retrasa el origen de las primeras galaxias”. *Abc*, 5/5/98.
- ⁷ CALVO HERNANDO, Manuel. *Manual de Periodismo Científico*. Bosch Casa Editorial Paraninfo. Barcelona, enero de 1997, 1ª edición. Pág. 232.
- ⁸ En CALVO HERNANDO, Manuel. “Un periodista en el Big Bang (Ciencia e Información ante el III Milenio)”, conferencia con motivo del *Quadragesimo Anno* de la fundación de la Asociación de Personal Investigador del CSIC. Residencia de Estudiantes, Madrid. 11 de junio de 1996.
- ⁹ CALVO HERNANDO, *conf. cit.*
- ¹⁰ CALVO HERNANDO, *Periodismo ... 1992, op. cit.* Pág. 22.
- ¹¹ FERNÁNDEZ DEL MORAL, Javier. *Modelos de comunicación científica para una información periodística especializada*. Editorial Dossat. Madrid, 1983. Pág. 25.
- ¹² CALVO HERNANDO, *Periodismo ... 1992, op. cit.* Pág. 22.
- ¹³ AMAT, Nuria. *De la información al saber*. Fundesco. Madrid, 1990. Pág. 70.
- ¹⁴ COROMINAS, Joan. *Breve Diccionario Etimológico de la Lengua Castellana*. Editorial Gredos. Madrid, 1996, 3ª edición, 7ª reimpresión (e.o. 1961).
- ¹⁵ CALVO HERNANDO, *Manual ... op. cit.* Pág. 21.
- ¹⁶ CALVO HERNANDO, *Periodismo ... 1992, op. cit.* Págs. 31 y 32.
- ¹⁷ DI TROCCIO, Federico. *Las mentiras de la ciencia*. Alianza Editorial. Madrid, 1995. Págs. 126-127.
- ¹⁸ *Ibidem.*
- ¹⁹ *Ibidem.*
- ²⁰ *Ibidem.*
- ²¹ CALVO HERNANDO, *Periodismo... 1992, op. cit.* Pág. 24.
- ²² NELKIN, Dorothy. *La ciencia en el escaparate*. (Selling Science). Los libros de Fundesco. Madrid, 1990. Pág. 90.
- ²³ VERNE, Julio. “De la Tierra a la Luna”, en *Obras*. Plaza & Janés Editores. Barcelona, septiembre de 1984, 7ª edición. Pág. 1636: “Hacia 1835, un opúsculo traducido del *New York American* nos dijo que Sir John Herschel, enviado al cabo de Buena Esperanza para ciertos estudios astronómicos, consiguió, empleando al efecto un telescopio perfeccionado por una iluminación interior, acercar la Luna a una distancia de ochenta yardas (1). Entonces percibió distintamente cavernas en que vivían hipopótamos, verdes montañas veteadas de oro, carneros con cuernos de marfil, corzos blancos y habitantes con alas membranosas como las del murciélago. Aquel folleto, obra de un americano llamado Locke, alcanzó un éxito prodigioso. Pero luego se reconoció que todo era una superchería de la que fueron los franceses los primeros en reírse”.
- ²⁴ Adelantamos aquí que sir John Herschel, compilador como veremos de catálogos astronómicos, era hijo de William Herschel, uno de los grandes astrónomos de todos los tiempos, que descubrió el planeta Urano y la radiación infrarroja, y en cuyo honor fue bautizado el por ahora mayor telescopio del Observatorio del Roque de los Muchachos, en la isla de La Palma.
- ²⁵ CALVO HERNANDO, *Periodismo ... 1992, op. cit.* Pág. 24.
- ²⁶ *Ibidem.* Pág. 23.
- ²⁷ ARRUTI, Alberto Miguel. “Información y divulgación. Hacia una definición del periodismo científico”, en *Periodismo Científico*. N. 2. Enero de 1995. Pág. 8.
- ²⁸ ARRUTI, *art. cit.* Pág. 8.
- ²⁹ *Ibidem.*
- ³⁰ CALVO HERNANDO, “Un periodista ...”, *conf. cit.*
- ³¹ CALVO HERNANDO, *Periodismo ... 1992, op. cit.* Págs. 31 y 32.
- ³² FERNÁNDEZ BAYO, Ignacio. “Periodismo Científico: algo más que divulgar”, en *Política Científica*, diciembre de 1988. N. 15. Págs. 57-58.
- ³³ *Ibidem.*
- ³⁴ Opinión expresada en una respuesta a nuestro cuestionario.
- ³⁵ PÉREZ OLIVA, Milagros. “Valor añadido de la comunicación científica”, en *Quark* 10. Dirección en Internet: <http://www.imim.es/quark/num10/articulos.htm>.
- ³⁶ *Ibidem.*
- ³⁷ Datos extraídos del cuaderno “Clasificaciones Científicas”, de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, editado por el Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid, 1989.
- ³⁸ CALVO HERNANDO, *Periodismo...1992, op. cit.* Pág. 56.
- ³⁹ Para más información, véase DEL PUERTO, Carmen. “Apaga una luz y enciende una estrella. Campañas de divulgación científica promovidas por el Instituto de Astrofísica de Canarias”, en el I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia, celebrado en Granada, del 25 al 27 de marzo de 1999. (En preparación).

- ⁴⁰ AMAT, *op. cit.* Pág. 13.
- ⁴¹ SEMIR, Vladimir de. “¿Moda o necesidad? La información científica a debate”, en *Política Científica*. Octubre de 1988. N. 14. Págs 63-66.
- ⁴² CALVO HERNANDO, *Periodismo...* 1992, *op. cit.* Pág. 58.
- ⁴³ FAYARD, Pierre. “¿Exceso de información o ceguera estratégica? Consideraciones sobre la inteligencia y el conocimiento”, en *Telos. Cuadernos de Comunicación, Tecnología y Sociedad* (Fundesco). N. 44, diciembre-febrero 1996. Págs. 11-14.
- ⁴⁴ *Ibidem.*
- ⁴⁵ ALBAIGÈS, Josep M., e HIPÓLITO, M. Dolors. *Un siglo de citas*. Enciclopedias Planeta. Barcelona, 1996. Cita 756. Pág. 79.
- ⁴⁶ Recogido en CALVO HERNANDO, Manuel. *Periodismo Científico*. Editorial Paraninfo, Madrid, 1977, 1ª edición. Pág. 120.
- ⁴⁷ TOFLER, Alvin. *El “shock” del futuro*. (Future Shock). Trad. por J. Ferrer Aleu. Plaza & Janés. Barcelona, septiembre de 1990, 1ª edición (e.o. 1970). Pág. 7.
- ⁴⁸ *Ibidem.*
- ⁴⁹ CALVO HERNANDO, *Periodismo ...* 1977. *op. cit.* Pág. 69
- ⁵⁰ SEMIR, *art. cit.*
- ⁵¹ *El País Libro de Estilo*. Ediciones El País. Madrid, 1990. Págs. 43-45.
- ⁵² FERNÁNDEZ BAYO, *art. cit.*
- ⁵³ *Ibidem.*
- ⁵⁴ DEL PUERTO, Carmen. “Periodismo científico: la hoguera de las vanidades”. Conferencia pronunciada el 19 de junio de 1991, en el Aula del Instituto de Astrofísica de Canarias, en el marco de un curso de doctorado.
- ⁵⁵ Título original: “Worlds Apart: How the Distance between Science and Journalism Threatens America’s Future”. Este estudio puede encontrarse en Internet: <http://www.freedomforum.org/newsstand/reports/Wapart/WA-FORE.ASP>. (Datos facilitados por Alberto Aguirre de Cárcer).
- ⁵⁶ Alberto Aguirre de Cárcer, en el texto escrito de su charla.
- ⁵⁷ Datos facilitados por Alberto Aguirre de Cárcer.
- ⁵⁸ CALVO HERNANDO, *Manual...* Pág 68.
- ⁵⁹ *Ibidem.*
- ⁶⁰ *Ibidem.* Pág 70.
- ⁶¹ *Ibidem.*
- ⁶² *Ibidem.* Pág.114.
- ⁶³ Dice la noticia: “El telescopio tendrá una resolución espacial de 0,1 puntos de arco y se podrán observar, incluso de noche, puntos en el Sol, separados tan solo unos 70 kilómetros”. *El País*, 19/1/90.
- ⁶⁴ *El País*, 19/1/96.
- ⁶⁵ Así se titula en la fe de errores publicada en *El País*, 21/1/96.
- ⁶⁶ Recogido en CALVO HERNANDO, *Periodismo...*1992, *op. cit.* Págs. 91-92.
- ⁶⁷ CALVO HERNANDO, *Periodismo...* 1977, *op. cit.* Págs 162-163.
- ⁶⁸ No explicamos en detalle cada uno de estos géneros por existir sobrada literatura al respecto, algunos ya reseñados, como los manuales de Martínez Albertos.
- ⁶⁹ CALVO HERNANDO, Manuel. *Ciencia y Periodismo*. CEFI, Centro de Estudios para el Fomento de la Investigación. Barcelona, 1990.
- ⁷⁰ *Ibidem.*
- ⁷¹ *Ibidem.* Pág 100.
- ⁷² *Ibidem.* Pág 101.
- ⁷³ *Ibidem.*
- ⁷⁴ CALVO HERNANDO. *Manual ... op. cit.* Pág. 157.
- ⁷⁵ Propuesto por Maurice Goldsmith, especialista en política científica, y citado por CALVO HERNANDO, *Manual... op. cit.* Pág. 161.
- ⁷⁶ CALVO HERNANDO, *Ciencia y ... op. cit.* Pág 101.
- ⁷⁷ DE PABLOS COELLO, José Manuel. “La infografía, el nuevo género periodístico”, en la obra colectiva *Estudios sobre tecnologías de la información*. Coordinador: Donaciano Bartolomé Crespo. Prólogo de Pedro Orive Rivas. Editorial Sanz y Torres (Colección Medios de Comunicación). Madrid, 1991. Tomo 1. Págs. 153-190.
- ⁷⁸ *Ibidem.* Pág. 163.
- ⁷⁹ *Ibidem.* Pág. 165.
- ⁸⁰ DE PABLOS, Juan Manuel. “Bondades éticas del infoperiodismo”, en *Chasqui* (Revista Latinoamericana de Comunicación). N. 41. Abril de 1992. Pág. 45.
- ⁸¹ CORNELL, James. “Informe del estado en el mundo del periodismo científico”, en I Congreso Nacional de Periodismo Científico, celebrado en Madrid, del 19 al 20 de abril de 1990. Editado por el CSIC. Madrid, 1990. Págs. 125-132.
- ⁸² NELKIN, *op. cit.* Pág 121.
- ⁸³ *Ibidem.* Pág 124.
- ⁸⁴ CALVO HERNANDO, *Manual... op. cit.* Pág. 50.
- ⁸⁵ *Ibidem.* Pág. 40.
- ⁸⁶ PÉREZ OLIVA, *art.cit.*
- ⁸⁷ Conclusión presentada por Gemma Revuelta en el I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia, celebrado en Granada, del 25 al 27 de marzo de 1999.
- ⁸⁸ NELKIN, *op. cit.* Pág 126.
- ⁸⁹ SEMIR, *art. cit.*
- ⁹⁰ REVUELTA, Gemma. “Situación del Periodismo Científico en la Unión Europea”, en el I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia. Granada, del 25 al 27 de marzo de 1999. (Libro de resúmenes)

⁹¹ Recogido en **CALVO HERNANDO, Manuel**. “Periodismo científico en España, el papel de las universidades y de los centros de investigación”, conferencia pronunciada en las Jornadas de AUGAC celebradas en la Universidad Internacional de Andalucía “Antonio Machado”, en Baeza (Jaén), del 10 al 11 de noviembre de 1994.

⁹² **FERNÁNDEZ BAYO, art. cit.**

⁹³ **PÉREZ OLIVA, art. cit.**

⁹⁴ En **GARCÍA ARCE, Ana**. “Divulgadores de la Ciencia. Prensa, radio y televisión detectan un creciente interés por los temas científicos”, en *Política Científica*. Octubre de 1988. N. 14. Págs 51-54.

⁹⁵ Véase “Declaración de Tokio” en **CALVO HERNANDO, Manuel...**, *op. cit.* Págs 235-236.

⁹⁶ **CALVO HERNANDO, Manuel**. “Un cuarto de siglo de periodismo científico en Iberoamérica”, ponencia en la Primera Conferencia Mundial de Periodistas Científicos. Tokio, 10-13 de noviembre de 1992.

⁹⁷ Dato recogido por **CALVO HERNANDO, Periodismo...**, *op. cit.* Pág 25.

⁹⁸ **DEL PUERTO, Carmen**. “Los ‘problemas clave’ del periodismo científico en Canarias: un ejemplo del tratamiento informativo de la prensa canaria dado a temas de astronomía”. Trabajo de investigación presentado en el Departamento de la Facultad de Ciencias de la Información de la Universidad de La Laguna.

⁹⁹ **ARIAS, Juan**. “Los lectores piden más y mejor información científica”, en *El País*, 9/4/95.

¹⁰⁰ *Ibidem*.

¹⁰¹ Idea expuesta por el periodista Martín Yriart en el II Congreso Nacional de Periodismo Científico, celebrado en Tenerife, del 21 al 23 de julio de 1999.

¹⁰² **PÉREZ OLIVA, art. cit.**

¹⁰³ **SEMIR, Vladimir**. “Dos minutos para un Nobel” (editorial), en *Quark*, enero-marzo, 1998. N. 10. Dirección en Internet: <http://www.imim.es/quark/num10/articulos.htm>.

¹⁰⁴ *Ibidem*.

¹⁰⁵ **FERNÁNDEZ-RAÑADA, op. cit.** Pág. 21. Se refiere este autor al estudio realizado por Pierre Fayard en 1992 sobre la “Evolución de las secciones de ciencia de los periódicos europeos”, del que se deducía una clara tendencia hacia una mayor cobertura científica en la prensa europea.

¹⁰⁶ *Ibidem*.

5. LA ASTRONOMÍA Y SU REPERCUSIÓN EN LA SOCIEDAD

Hasta ahora hemos hablado de *ciencia* o de *ciencias* como términos genéricos o abstractos. En este capítulo introduciremos como ciencia concreta la *astronomía*, aunque lo haremos subrayando su variante "astrofísica". No sin fundamento, esta disciplina científica, de *universalidad* difícilmente cuestionable, representará a las demás en esta tesis.

Para muchos autores, la astronomía es la ciencia organizada más antigua¹. Al hombre prehistórico le interesaba especialmente el control del tiempo, además de la salud y el miedo a la muerte. De ahí que los chamanes fueran "médicos" y "astrónomos" al mismo tiempo. Curiosamente, hoy siguen siendo la medicina y la astronomía los contenidos científicos de mayor interés².

Para nosotros, la astronomía es también la ciencia del presente y del futuro, aunque en paralelo con la biología y, a veces, en simbiosis con ella³. Demostrar tan privilegiada situación, reflejada especialmente en los titulares de prensa, es uno de nuestros objetivos.

El académico Pedro Laín Entralgo propone una definición de la ciencia que nos conduce expresamente a la astronomía: "el saber que acerca del cosmos van logrando investigadores actuales y el valor y la significación que ese saber puede tener para todos los hombres"⁴.

El físico Antonio Fernández-Rañada también nos proporciona una metáfora astronómica de la ciencia al concebirla como un "viaje por el Universo".⁵ Este viaje comienza con una pregunta y algunas respuestas que justifican el contenido astronómico de estas páginas.

5.1. ¿Por qué nos atrae el cielo?

El cielo y sus misterios siempre han atraído al hombre y provocado en él sentimientos diversos y contradictorios. En palabras del Prof. Francisco Sánchez:

Desde que el hombre es hombre mira e interroga al cielo. Con *interés* inevitable porque condiciona su vida (días y noches, estaciones). Con *perplejidad* y *terror* ante los fenómenos que observa (truenos, relámpagos, auroras, eclipses, cometas). Con *adoración* y *esperanza*, pues sitúa en los cielos la morada de sus dioses. De ahí que en todas las civilizaciones haya mitos cosmogónicos, ritos astrales y augurios astrológicos.⁶

Pero la observación del firmamento también es útil en otros sentidos:

La astronomía genera *cultura*, ahonda en el conocimiento del Universo al que pertenecemos, y en ella subyace, además, una aproximación científica a las preguntas: ¿quiénes somos? ¿de dónde venimos? y ¿a dónde vamos? ⁷

El cielo también nos atrae por su *belleza*, por su *misterio* y por el *miedo* que lo bello y lo misterioso siempre despierta. Nos atrae por la *curiosidad* innata del ser humano, que pertenece a una especie descubridora con afán de saber y capaz de superar sus limitaciones con los métodos e instrumentos apropiados (de ahí que, además de *cultura*, la astronomía genere *tecnología*). Y por el hecho -concluye Francisco Sánchez- de que somos "polvo de estrellas", pues sólo en el interior de ellas se han podido producir los elementos químicos de nuestro propio cuerpo y de todo cuanto nos rodea.

El público se interesa por la astronomía, aunque sólo sea para saber a qué distancia de la Tierra pasará el asteroide llamado 1997-XF11 el 26 de octubre del año 2028 (para ciertas cuestiones estamos ante una ciencia muy precisa), una supuesta amenaza para nuestra planeta.

El interés social por la astronomía está sobradamente justificado y, como veremos, reflejado en el tratamiento dado por la prensa, en el uso de su lenguaje en otros contextos (publicidad, literatura,...) e incluso en su papel en la creciente demanda de un ocio cultural. También veremos cómo se ha incrementado el número tanto de

astrónomos profesionales como de aficionados, en paralelo al desarrollo de una instrumentación científica, especialmente con los Observatorios del Instituto de Astrofísica de Canarias.

La vinculación profesional con este Instituto nos ha brindado la oportunidad de aprovechar nuestra experiencia en la difusión cultural y en la divulgación científica, además de habernos facilitado el acceso a fuentes primarias.

5.2. La astronomía y la astrología

En el interés que detectamos por la astronomía existe -aún hoy- un componente astrológico que hunde sus raíces en la antigüedad. *Astronomía* y *astrología* no se diferenciaron conceptualmente hasta el siglo VI d.C., cuando San Isidoro de Sevilla estableció distinciones importantes entre estas dos materias en el tercero de los veinte libros de sus *Etimologías*, como han estudiado Antonio Aparicio y Francisco Salvador Ventura⁸.

Según este prelado sevillano, la *astronomía* propiamente se dedica al conocimiento abstracto de la salida, ocaso y movimiento de los astros. En cuanto a la *astrología*, diferencia entre una *astrología natural*, que se encarga de la observación del camino del Sol y de la Luna y de determinadas posiciones de las estrellas, y una *astrología supersticiosa*, que predice el futuro a través de las estrellas, asigna una parte del alma y de los miembros del cuerpo según los doce signos del cielo y ordena el nacimiento y costumbres de los hombres según ellos⁹.

Isidoro no fue favorable al rechazo, a la condena que otros Padres de la Iglesia realizaron del saber astronómico en general, a causa del temor a la pervivencia de creencias paganas que suponía, aunque, en ocasiones, reconocieran la utilidad que presentaba para el cálculo de las fechas del año litúrgico. Lejos de ello, lo salvó de la condena, no sólo en su dimensión teórica, en lo que él definió como *Astronomía*, sino también en gran parte de su dimensión práctica. Esto último fue conseguido a través de la definición de esa *astrología natural*, concebida como la aplicación del saber astronómico a los avatares cotidianos de los individuos, teniendo en cuenta ... los cuerpos celestes que más influencia tenían en la vida de los hombres, sobre todo el sol y la luna (*Naturalis, dum exequitur solis et lunae cursus, vel stellarum certas temporum stationes*).¹⁰

El sentido de la *astrología supersticiosa* -las supuestas influencias de los cuerpos celestes en la vida y el destino humanos- es, en cambio, el que adquiere la *astrología* actual. Cuenta Isidoro que fueron los caldeos los primeros en utilizar la observación relacionándola con el nacimiento y que fue Abraham quien la instituyó entre los egipcios.

Aun así, la confusión perduró hasta muchos siglos después. Es más, muchas observaciones astronómicas importantes fueron hechas con propósitos astrológicos. Johannes Kepler mismo tuvo que dedicarse por necesidad a la astrología y se disculpaba por esta lucrativa actividad diciendo que así como la naturaleza ofrecía a cada ser medios de subsistencia, así había puesto a la astrología como ayuda de la astronomía, con la cual por sí sola no habría podido vivir¹¹.

Otra prueba de que no hubo distinción durante mucho tiempo es el hecho de que la Universidad de Salamanca mantuviera la cátedra de "astrología" hasta el siglo XVII. Entonces, *astronomía* y *astrología* se divorciaron definitivamente, adoptando diferentes sentidos.

Hoy encontramos que *astronomía* "es la ciencia que estudia el universo exterior a la Tierra. Se ocupa en particular de la observación de las posiciones, los movimientos y la evolución de los cuerpos y los fenómenos celestes"¹². Y añade esta definición: "No debemos confundir la astronomía, que es una ciencia, con la astrología, una pseudociencia que carece de fundamentos creíbles"¹³.

Por su parte, *astrología* se define como "creencia, carente de base científica, en que los asuntos de los humanos y los caracteres de las personas están influidos por las posiciones de los planetas"¹⁴. El astrólogo cree que las influencias a las que una persona está sometida durante toda su vida pueden deducirse de la posición de los planetas y de las estrellas en el cielo, en el instante de su nacimiento, en especial de la posición del Sol respecto a las restantes estrellas. "La astrología es una pseudociencia con bastantes adeptos -son muchos más los astrólogos que los astrónomos- que no debe ser confundida con la astronomía, que sí es una ciencia en todo el sentido de la palabra"¹⁵. Sin embargo, es verdad que el origen etimológico de la palabra *astrología*, la ciencia de los astros (-logía es un sufijo de "nombres de

ciencia o tratado"; la raíz *log-* proviene del griego *logos* que significa "palabra") no contribuye en absoluto a mantener clara esta distinción. De ahí surge la incongruencia de que hoy se llame *astrónomos* (etimológicamente, "nombradores de estrellas") a los científicos de este campo, cuando lo más lógico habría sido llamarles *astrólogos*, en el sentido etimológico de "tratadores de estrellas"¹⁶.

El diccionario de María Moliner se refiere a la *astrología* como "la ciencia cultivada en la antigüedad y en la edad media en la que se mezclaba la astronomía con la magia"¹⁷. Definición análoga se recoge en el Diccionario de Julio Casares: "Antigua ciencia de los astros, que pretendía, además, predecir los sucesos por los movimientos de aquéllos".¹⁸ En el *Vocabulario Científico y Técnico* de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales se define *astrología* como "pesudociencia que trata de las pretendidas influencias de los cuerpos celestes en la vida del hombre y de sus comunidades"¹⁹.

5.3. La astronomía y la astrofísica

Antes de establecer las diferencias entre estos dos términos –*astronomía* y *astrofísica*–, introduciremos por orden alfabético las principales ramas relacionadas, con sus definiciones, contenidas en el *Vocabulario Científico y Técnico* ya mencionado:

astrobiología. Estudio de los fenómenos vitales fuera de la Tierra.

astrodinámica. Estudio del movimiento de vehículos espaciales.

astrofísica. Parte de la astronomía que estudia la constitución, estado físico, formación y evolución de los cuerpos celestes. Sinón.: **astronomía física.**

astrogeodesia. astronomía geodésica.

astrometría. Parte de la astronomía que estudia la determinación de posiciones de los astros sobre la esfera celeste a partir de observaciones visuales o fotográficas.

astronáutica. Estudio científico y técnico de los viajes en el espacio exterior. Sinón.: **cosmonáutica.**

astronomía. Estudio de los astros, su origen, su constitución y evolución, sus posiciones y movimientos, así como de la distribución e interacciones de la materia y energía en el Universo.

astronomía de altas energías. Parte de la astrofísica que estudia la radiación emitida por los objetos celestes en las regiones γ y X del espectro electromagnético.

astronomía desde cohetes. Parte de la astronomía que utiliza los resultados de las observaciones efectuadas con instrumentos instalados en cohetes.

astronomía esférica. Parte de la astronomía que estudia las posiciones y movimientos aparentes de los astros en su proyección sobre la esfera celeste. Sinón.: **astronomía fundamental.**

astronomía espacial. Parte de la astronomía que utiliza los resultados de observaciones efectuadas desde vehículos espaciales.

astronomía estelar. Parte de la astrofísica que estudia la constitución y las condiciones físicas de las estrellas.

astronomía física. Sinón. de **astrofísica.**

astronomía fundamental. Sinón. de **astronomía esférica.**

astronomía geodésica. Parte de la astronomía que estudia los métodos e instrumentos destinados a la determinación de coordenadas geográficas de puntos de la superficie de la Tierra.

astronomía desde globos. Parte de la astronomía que utiliza los resultados de observaciones efectuadas con instrumentos instalados en globos estratosféricos, con o sin tripulación.

astronomía infrarroja. Estudio de objetos celestes en el dominio de la radiación infrarroja desde observatorios emplazados a grandes altitudes, desde globos, aviones o cohetes.

astronomía náutica. Parte de la astronomía que estudia los métodos de determinación de la posición de un barco en el mar por observación astronómica.

astronomía neumática. Parte de la astronomía que estudia el origen y la propagación de las ondas acústicas y magnetohidrodinámicas en los objetos celestes.

astronomía de neutrinos. Estudio de las reacciones nucleares en el centro del Sol y de las estrellas, a partir de la observación de neutrinos captados en la superficie terrestre.

astronomía de posición. Parte de la astronomía constituida por la astronomía práctica y la astrometría.

astronomía práctica. Parte de la astronomía que estudia los instrumentos utilizados en astrometría, así como los errores inherentes a toda observación astronómica.

astronomía por radar. V. **radar-astronomía.**

astronomía de rayos gamma. Estudio de objetos celestes en la zona de los rayos gamma. Las observaciones se realizan desde globos, cohetes o satélites artificiales.

astronomía de rayos X. Estudio del Sol, las estrellas y otros objetos celestes en la zona de los rayos X. Se conocen más de 150 fuentes de este tipo.

astronomía teórica. Parte de la astronomía que estudia las posiciones y movimientos reales de los cuerpos celestes en el espacio, dando al mismo tiempo la explicación física de los mismos, así como de los fenómenos con ellos relacionados.

astronomía ultravioleta. Astronomía que se lleva a cabo observando radiaciones en la banda comprendida entre 300 nm y 10 nm. Para estas longitudes de onda, la atmósfera terrestre es opaca y es preciso realizar las observaciones fuera de dicha atmósfera. Para longitudes de onda inferiores a 120 nm, se necesitan métodos especiales porque los espejos de los telescopios dejan de reflejar.

astroquímica. Estudio de la naturaleza química de los cuerpos celestes. Sinón.: **cosmoquímica.**

cosmogonía. Parte de la astronomía que trata del origen y evolución inicial de los cuerpos celestes y, en particular, de los astros del sistema solar.

cosmografía. Descripción general del universo y de las leyes que lo rigen.

cosmología. Parte de la astronomía que trata de las leyes generales del origen y de la evolución del universo.

cosmología evolutiva. Modelo cosmológico que supone que todo el universo tuvo un origen y una evolución comunes.

cosmología relativista. Cosmología basada en la teoría de la relatividad.

cosmonáutica. Sinón. de **astronáutica.**

cosmoquímica. Sinón. de **astroquímica.**

física solar. Parte de la astrofísica que estudia los problemas que se refieren al Sol.

heliofísica. **física solar.**

mecánica celeste. Estudio de los movimientos de los astros en un sistema planetario, normalmente el solar, mediante los métodos de la dinámica analítica.

planetología. Estudio de la constitución interior de los planetas y de los accidentes presentes en su superficie.

radar-astronomía. Estudio del sistema solar mediante la detección de microondas enviadas y reflejadas en el astro que se va a estudiar.

radioastronomía. Parte de la astronomía que estudia la radiación emitida por los cuerpos celestes en el dominio de las radiofrecuencias.

Como vemos, algunas de estas especialidades se establecen según el tipo de ondas electromagnéticas²⁰ que estudien.

En esta edición del *Vocabulario Científico y Técnico* echamos en falta la especialidad de *sismología solar* o *heliosismología* o la de *arqueoastronomía* y *astronomía cultural*, ampliamente utilizadas en lengua inglesa.

Otras ramas del saber que consideramos afines a la astronomía son las siguientes²¹:

física de partículas. Parte de la física que estudia las partículas elementales, tales como los electrones, los protones, los piones, los neutrinos, etc.

meteorología. Estudio del tiempo, del clima y de las propiedades físicas, dinámicas y químicas de la atmósfera terrestre así como de sus interacciones con la superficie inferior, constituida por tierras y mares.

Como veremos en la Segunda Parte, introduciremos una nueva especialidad de la astronomía que llamaremos *astronimia*, término supuestamente acuñado en inglés (*astronymy*) por Adrian Room²² para referirse al estudio de los nombres de los astros.

5.3.1. Una alianza científica

Si bien Galileo hizo que la física y la astronomía se convirtieran en una misma disciplina, fue en el siglo XIX cuando se produjo oficialmente la fusión entre ellas de la que surgió la *astrofísica*. Esta alianza fue posible gracias a los avances en espectroscopía y a su aplicación al estudio de la luz procedente de los objetos del Universo. Con ello, no sólo se pudo determinar la posición de los cuerpos celestes, sino también su composición.

El primer uso del término *astrofísica* (en inglés), según el Diccionario Inglés de Oxford²³, lo encontramos en una revista de 1890, donde se habla de “La nueva ciencia de la ‘Astrofísica’”²⁴. Previamente, en 1869, se había utilizado el término *astrofísico*²⁵.

La acuñación del término *astrofísica* se atribuye al astrónomo estadounidense George Ellery Hale (1868-1938), como vemos en la siguiente cita:

“The new astronomy”, recogiendo el título de un popular libro de S.P. Langley, publicado en 1888. Efectivamente, por entonces cundía ya la convicción de que la ciencia astronómica había alcanzado nuevos y sensacionales campos de investigación. Concretamente nacía la *astrofísica*: la mención de este término fue hecha por primera vez por Hale, ‘Astro-physics’, en 1891.²⁶

Nos interesa aquí la definición que de *astrofísica* proporciona Jacqueline Mitton en su diccionario astronómico:

La teoría física de los objetos y los fenómenos astronómicos. El término fue introducido en el siglo XIX para diferenciar entre la aplicación de la física para interpretar las observaciones y el registro de las posiciones, movimientos y fenómenos que caracterizaron a la astronomía en sus primeros tiempos. Por ello abarca aspectos tales como la estructura y la estabilidad de las estrellas, la propagación de la radiación electromagnética en el espacio y la producción de espectros, procesos nucleares en estrellas y aplicaciones de la teoría gravitatoria²⁷.

Añade Mitton que aunque el término *astrofísica* mantiene su significado original, hoy generalmente se considera que la *astronomía* abarca todos los aspectos del estudio del universo, incluida la *astrofísica*.

Nosotros pensamos, como muchos científicos, que la *astrofísica* es la moderna astronomía, una especialidad que estudia, con los nuevos medios de observación que el progreso ha puesto al alcance del hombre, las propiedades físicas y químicas de los objetos del Universo, así como su origen y evolución. Sin embargo, en determinados contextos –como en esta tesis- es frecuente su uso indistinto.

5.4. La astronomía en España

La Península Ibérica fue durante la Edad Media el centro del conocimiento astronómico²⁸, como cuenta Francisco Sánchez en un artículo sobre la “Astrofísica en España”:

No sólo se redescubrieron y se hicieron asequibles las obras de la astronomía clásica y de la astronomía oriental (gracias, en especial, a la Escuela de Traductores de Toledo), sino que, también, se desarrolló aquí nueva instrumentación y se avanzó en el conocimiento científico de los cielos, poniéndose las bases empíricas de la revolución astronómica renacentista. El arte de navegar de los siglos XV y XVI, que facilitó los viajes oceánicos y dio ventajas a los marinos ibéricos, también tiene su fundamento en la astronomía desarrollada en Hispania. Significativo es que el “meridiano cero”, origen de longitudes, estuviese primero en Toledo y después en la Isla del Hierro (hasta bien entrado el siglo XIX no pasaría a situarse en Greenwich)²⁹.

La astronomía en España volvió a florecer con la Ilustración. “Decisivo fue en ello -apunta Francisco Sánchez- la apasionada actividad de los marinos-astrónomos de Cádiz, encabezados por Jorge Juan y Antonio de Ulloa. La contribución de estos hombres a la implantación en España de la nueva ciencia y las nuevas tecnologías fue clave, y no sólo en el campo astronómico”³⁰.

En 1751 nace el Observatorio de Cádiz y en 1792 publica sus primeras efemérides (las terceras más antiguas del mundo). Al final del siglo se crea el Observatorio de Madrid.

Los astrónomos ilustrados españoles tenían clara la idea de que para hacer astronomía moderna era necesario disponer de la instrumentación más avanzada. Así, los observatorios de Cádiz y Madrid se dotan con los mejores instrumentos de la época. Muestra de ello es que se encargue al mejor constructor de telescopios del momento, William Herschel, un telescopio gigante de 25 pies de longitud y espejo de dos pies de diámetro. Desgraciadamente, las tropas napoleónicas, que usaron el Observatorio de Madrid como cuartel, destrozaron esta maravilla antes de que esta maravilla entrase en servicio.³¹

Será ya al comienzo del siglo XX cuando se inicie un lento progreso de la astronomía en nuestro país, con la creación en 1904 de nuevos observatorios como el Fabra en Barcelona, el de la Cartuja en Granada y el del Ebro en Tortosa. “Pero la Guerra Civil Española del treinta y seis, con todas sus secuelas, hace que vuelva a popularizarse el avance de la astronomía en España, que queda parada en la ‘astronomía de posición’ y la ‘mecánica celeste’.”³²

En la década de los cincuenta comienza la búsqueda de nuevos emplazamientos astronómicos con mejores condiciones climatológicas que los existentes y la moderna astronomía europea empieza a pensar en las regiones meridionales para instalar sus telescopios.

5.5. La astronomía en Canarias

El Dr. Jesús Sánchez Navarro, profesor de Historia y Filosofía de la Ciencia de la Universidad de La Laguna, resumía en una conferencia sobre “Historia de la Ciencia en Canarias”, pronunciada en enero de 1997 en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife, lo que fueron las primeras expediciones de científicos extranjeros a las Islas. Estas expediciones permitieron un desarrollo floreciente de la ciencia en las Islas ya desde el siglo XVII, lo que no se produjo en la Península, sometida a estrictos controles por temor a la entrada de ideas liberales.

5.5.1. Antecedentes históricos

El antecedente más antiguo relacionado con la astronomía en las Islas Canarias es la determinación que Ptolomeo hizo del Meridiano Cero. Como tal reconoció la línea imaginaria que uniendo los polos pasaba por la punta de Orchilla, en la isla de El Hierro, la cual fue considerada la más occidental del mundo conocido durante muchos siglos. En 1724, el astrónomo y naturalista francés Louis Feuillée³³ (1660-1732) viajó a las Islas para determinar este meridiano con respecto al Observatorio de París (también calculó la altura del Teide con bastante aproximación).

José de Viera y Clavijo (1731-1813), como prototipo de hombre ilustrado, no sólo fue historiador (de la *Historia de Canarias*) y científico (autor de un *Diccionario de Historia Natural*). Aquí nos interesa porque fue periodista (*La Gaceta de Dante*), astrónomo (observó el paso de Venus por el disco solar y escribió una carta filosófica sobre la aurora boreal desde La Laguna, 1769-70) y poeta (suyo es un poema sobre los Aires Fijos, en relación con la entonces de moda, aunque equivocada, *Teoría de Flogisto*³⁴).

El astrónomo británico Charles Piazzi Smyth (1819-1900) demostró por primera vez, en 1856, que los sitios de gran altitud ofrecían claras ventajas para la observación astronómica, predicción que había hecho Isaac Newton un siglo antes. Smyth llegó a esta conclusión después de observar a diversos niveles en Tenerife (Guajara y Altavista, a 2.717 m y 3.250 m, respectivamente).

La anterior expedición astronómica a las Islas Canarias fue seguida por la del astrónomo francés Jean Mascart (1872-1935), del Observatorio de París, quien vino en 1910 formando parte de una expedición de la Organización Mundial de la Salud para medir los efectos de los gases tóxicos de la cola del cometa *Halley*.³⁵ "Hace observaciones en los viejos emplazamientos de Piazzi Smyth y no sólo concluye que los gases tóxicos de la cola cometaria son indetectables en la superficie terrestre, sino que el 'cielo de Canarias' tiene una limpieza y unas condiciones excepcionales para la astronomía"³⁶, señala Francisco Sánchez.

También, como recoge Giorgio Abetti en su *Historia de la Astronomía*, el paso del cometa *Halley* en 1910 fue el objetivo de una expedición del Observatorio de Potsdam a Tenerife. Esta expedición obtuvo fotografías adecuadas para medidas

fotométricas y basándose en ellas, el astrónomo Karl Schwarzschild, director de aquel observatorio alemán, “dedujo el importante resultado de que la disminución en intensidad de la cola del cometa, que disminuye a medida que aumenta la distancia que la separa de la cabeza, se explica con la correspondiente disminución en densidad. En otras palabras, las partículas rechazadas mantienen su luminosidad a lo largo de todo su recorrido por la cola, al igual que si el fenómeno se debiera a la resonancia de la luz solar”.³⁷

Sin embargo, fue otro hecho astronómico, el eclipse de Sol del 2 de octubre de 1959, visible como total en Canarias, el que atrajo nuevamente el interés de astrónomos de todo el mundo por las Islas y el que dio lugar, de forma decisiva, a la creación por Orden Ministerial del Observatorio del Teide, vinculado ya desde entonces a la Universidad de La Laguna. Comienza entonces la historia del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC).

5.6. El Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)

El *Instituto de Astrofísica de Canarias* (IAC) es un centro de investigación español, integrado por el *Instituto de Astrofísica*, que constituye la Sede Central, en La Laguna (Tenerife); el *Observatorio del Teide*, en Izaña (Tenerife); y el *Observatorio del Roque de los Muchachos*, en Garafía (La Palma). Estos observatorios se han convertido, de hecho, en el *Observatorio Norte Europeo*.

Los principales fines del IAC son: la investigación astrofísica, el desarrollo de tecnología afín, la enseñanza universitaria especializada, la formación de investigadores y tecnólogos, la administración de los Observatorios, el fomento de la cooperación científica y técnica y la difusión cultural.

5.6.1. La historia del IAC

En 1961, Francisco Sánchez, licenciado en Física por la Universidad Complutense de Madrid, llegó a Canarias con un claro objetivo: estudiar la calidad astronómica de las cumbres de Tenerife (tarea que en términos especializados se denomina

prospección astronómica), tras establecer previamente cuáles eran los parámetros y los procedimientos de medida que debían emplearse en el estudio.

Con Francisco Sánchez y vinculada a su persona comienza la historia del IAC, que analizaremos por décadas, siguiendo la documentación disponible en este centro³⁸ y dejando al margen los hitos en la divulgación, que se abordan en otro apartado.

La década de los sesenta

Los sesenta fue la década de la *prospección astronómica española*; se hizo la primera campaña de prospección en las Islas Canarias. En 1964 se instaló el primer telescopio profesional en el Observatorio del Teide: un telescopio fotopolarimétrico nocturno de la Universidad de Burdeos (Francia), diseñado para el estudio de la *luz zodiacal* (la luz dispersada por la materia interplanetaria y visible en las regiones tropicales). Con él nació el primer grupo de investigación astrofísica del país ("Alta Atmósfera y Medio Interplanetario"), se realizaron las primeras tesis doctorales³⁹ y empezaron a producirse los primeros artículos y comunicaciones sobre temas astrofísicos en España.

A este telescopio se sumaron otros con los años (en 1969 se instaló en el Observatorio del Teide el primer telescopio solar), hasta llegar a la actual batería de telescopios en los dos Observatorios del IAC. La instalación de todos ellos ha ido siempre precedida del correspondiente acuerdo, siguiendo el modelo establecido con el telescopio de Burdeos: cielo a cambio de telescopio. Se vencieron así los prejuicios de los astrónomos europeos sobre las condiciones de Canarias para la astronomía y las autoridades españolas (locales y nacionales) se convencieron de que el cielo de las Islas era un "recurso natural" que debía ponerse en explotación y emplearse, además, para iniciar y desarrollar la astrofísica en España.

La década de los setenta

La década de los setenta fue la década de la *prospección internacional*. Los astrónomos europeos hicieron prospecciones astronómicas de las cumbres de Tenerife y La Palma, tras las que finalmente reconocieron la excepcional calidad

astronómica del cielo de Canarias. En 1970⁴⁰ tuvo lugar la primera inauguración del Observatorio del Teide. Dos años después entró en servicio, en este observatorio, un telescopio de 1,55m, en aquel momento el mayor telescopio infrarrojo del mundo y propiedad del *Imperial College de Londres* (actualmente pertenece al IAC y lleva el nombre de "Carlos Sánchez", un astrofísico del IAC, ya fallecido, experto en astronomía infrarroja).

En 1973, se creó en la Universidad de La Laguna el Instituto Universitario de Astrofísica, del que pasó a depender el Observatorio del Teide. En 1975 nació el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) por acuerdo entre la Universidad de La Laguna, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Mancomunidad Interinsular de Cabildos de la provincia de Santa Cruz de Tenerife. Tras integrarse en él el Instituto Universitario de Astrofísica, el CSIC le dio categoría de centro propio. Donde hoy se encuentra la Facultad de Física y Matemáticas de la Universidad de La Laguna, se instalaron la biblioteca, laboratorios, talleres y servicios del IAC, en unos barracones prefabricados de uralita financiados por el Cabildo de Tenerife.

También en 1975 se celebró en Tenerife la primera Asamblea Nacional de Astronomía y Astrofísica y se puso en marcha en el IAC el primer Programa Nacional para la Formación de Investigadores en Astrofísica. En 1978, con la creación de la especialidad en Astrofísica, se dieron los primeros pasos para la licenciatura en Física de la Universidad de La Laguna.

Tras las correspondientes negociaciones con diversas instituciones científicas europeas interesadas en instalar telescopios en Canarias, el 26 de mayo de 1979 España firmó con Dinamarca, Suecia y Reino Unido, en Santa Cruz de La Palma, el "Acuerdo y Protocolo de Cooperación en Astrofísica", a través del cual se internacionalizaron los Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos. Posteriormente se unieron otros países y otros telescopios.

El IAC también firmó en este período el primer contrato de transferencia de tecnología. Montó los primeros laboratorios técnicos y talleres de la Universidad de La Laguna y, en 1979, transfirió una patente (un intercambiador de calor y regulador térmico) a una empresa en proceso de constitución (hoy "Energía Solar Española").

La década de los ochenta

La década de los ochenta fue la década de la *consolidación administrativa del IAC y de sus observatorios internacionales*. Tras un estudio jurídico-administrativo sobre el IAC y una auditoría científica, se dotó a este centro de autonomía y personalidad jurídica propia. En 1982, el Parlamento español aprobó por unanimidad el Real Decreto-Ley (7/1982 de 30 de abril) por el que el IAC se configura administrativamente como "Consortio Público", integrado por la Administración del Estado, la Comunidad Autónoma de Canarias, la Universidad de La Laguna y el CSIC.

En 1983, con la dotación de puestos de "astrofísicos residentes", se puso en marcha la Escuela de Posgrado del IAC.

Como resultado del interés de nuevas instituciones científicas de diferentes países, decididos a instalar sus mejores telescopios en los Observatorios del IAC, en esta década se negociaron los acuerdos de adhesión de Alemania (1983), Finlandia (1986), Noruega (1986) y Francia (1988).

Tras una auditoría científica del IAC, un "grupo de sabios" hizo una serie de "Recomendaciones sobre el futuro de la investigación en el IAC".

En 1985 tuvo lugar la Inauguración oficial del Instituto de Astrofísica y los Observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos por monarcas y miembros de familias reales de cinco países (España, Dinamarca, Reino Unido, Países Bajos y Suecia) y otros dos jefes de Estado (Alemania e Irlanda). También asistieron doce ministros de países europeos y una representación de la comunidad científica encabezada por cinco Premios Nobel de Física.

En 1987 se inauguró el telescopio británico "William Herschel", de 4,2m de diámetro, por ahora el mayor de los instalados en Canarias, y en 1989, el telescopio nórdico NOT de 2,56m, ambos en el Observatorio del Roque de los Muchachos.

El IAC adquirió en esta década experiencia en las cargas científicas para cohetes de sondeo haciendo instrumentación para estudios de alta atmósfera y, posteriormente, para satélites. Inició el diseño y construcción del *ISOPHOT-S*, un espectrógrafo para el satélite *ISO (Infrared Space Observatory)* de ESA, y de *VIRGO* y *GOLF*, dos instrumentos para el satélite *SOHO*.

Con objeto de drenar y comercializar productos tecnológicos del IAC, en 1988 se creó la empresa "GALILEO Ingeniería y Servicios, S.A."

En 1988 se promulgó la Ley de "Protección de la Calidad Astronómica de los Observatorios del IAC" (Ley 31/1988 de 31 de octubre), con Reglamento en 1992 y popularmente conocida como *Ley del Cielo*. De ella hablaremos más extensamente en otro apartado.

Se organizaron varios congresos internacionales de astrofísica, entre los que destaca la Reunión Europea de la Unión Astronómica Internacional (IAU), celebrada en 1989.

También en ese año se celebró la primera "Escuela de Invierno" del IAC, con la idea de institucionalizar una escuela internacional de astrofísica, denominada "Canary Islands Winter School of Astrophysics". El objetivo es favorecer la convivencia durante dos semanas de expertos en un tema de interés científico (distinto cada año), con estudiantes de doctorado de todo el mundo relacionados con dicho tema.

La década de los noventa

La década de los noventa ha sido la década de la *consolidación científica y técnica del IAC*, que ha adquirido mayor prestigio internacional y es cada vez más popular en Canarias y en el resto de España. El IAC ha seguido firmando acuerdos con instituciones científicas que desean instalar instrumentos en Canarias y sus observatorios se han consolidado como el *Observatorio Norte Europeo*.

En 1990, después de años de estudios comparativos entre Hawaii y Canarias, se eligió el Observatorio del Roque de los Muchachos para instalar el telescopio *LEST (Large Earth-based Solar Telescope)*, de 2,4m, el mayor telescopio solar del mundo⁴¹. En 1991, el *Consiglio per le Ricerche Astronomiche* decidió instalar el Telescopio

Nacional italiano "Galileo" de 3,5m, también en el Observatorio del Roque de los Muchachos, revocando así su anterior decisión de instalarlo en Hawái, para lo cual Italia firmó los acuerdos dos años después. En 1994, la Agencia Europea del Espacio (ESA) firmó un acuerdo con el IAC para instalar en el Observatorio del Teide un telescopio destinado a telecomunicaciones ópticas con satélites, con la posibilidad de utilizarse igualmente para observaciones astronómicas y para el registro de basura espacial.

Canarias se ha ido convirtiendo poco a poco en un lugar de encuentro habitual de la comunidad científica internacional, bajo el estímulo de los astrofísicos. En 1990, las principales agencias espaciales (la americana NASA, la europea ESA, la japonesa ISAS y la rusa INTERCOSMOS) celebraron una reunión en las Islas. En 1992, la OCDE (Organización para el Crecimiento y Desarrollo Económico) reunió en Tenerife a su Comité de Expertos del "Foro de Megaciencia".

El IAC ha seguido impulsando el desarrollo tecnológico en Canarias y ha establecido una Oficina de Transferencia de Tecnología (OTRI).

El Gobierno de Canarias y el Gobierno del Estado Español se interesaron en la idea de construir un gran telescopio de más de 8m de diámetro. En 1994 se creó, con fondos públicos, una sociedad anónima ("GRANTECAN, S.A.") para facilitar al IAC la definición del telescopio, su estudio de viabilidad y su construcción. "Aparte del claro objetivo científico, hay en este proyecto una intencionalidad tecnológica y económica bien determinada: utilizar este gran proyecto para estimular la transferencia de tecnología hacia la industria española y generar tejido empresarial en Canarias, con interés en tecnologías avanzadas", señala el Director del IAC, Francisco Sánchez.

En enero de 1995, el IAC organizó con la Fundación BBV un encuentro internacional de una semana entre grandes maestros de la astrofísica y jóvenes investigadores titulado "Key Problems in Astronomy". Se repasaron los problemas astronómicos clave no resueltos que deben ser abordados por las generaciones futuras. La editorial científica *Cambridge University Press* editó esta reunión como libro y el IAC editó los vídeos de las discusiones.

En 1995, la ESA y la NASA lanzaron con éxito los satélites *ISO* y *SOHO*, en los cuales el IAC lideraba la parte española de la construcción de los instrumentos ya mencionados *ISOPHOT-S*, *VIRGO* y *GOLF*.

En febrero de 1996, el Consejo Rector del IAC, con todos los informes favorables y con el acuerdo de participación del Estado y de la Comunidad Autónoma de Canarias, dio "luz verde" a la construcción del Gran Telescopio de espejo segmentado de 10m, garantizándose actualmente la totalidad del proyecto, aunque dejando a la participación internacional un máximo de un 30%. En 1998, la Presidencia del Gobierno español aprobó la construcción de este telescopio.

En junio de 1996, los Reyes de España, acompañados de varios ministros y otras autoridades y científicos destacados, inauguraron las nuevas instalaciones telescópicas e instrumentales de los Observatorios del Roque de los Muchachos y del Teide, entre ellos el Telescopio Nacional italiano "Galileo" (TNG) y el telescopio franco-italiano THEMIS.

En 1997, la primera luz del "Telescopio Abierto Holandés" (DOT), en el Observatorio del Roque de los Muchachos, contó con la presencia de S.A.R. Willem Alexander, Príncipe de Orange. A finales de ese mismo año, S.M. el Príncipe de Asturias, Astrofísico de Honor del IAC, visitó el IAC, en La Laguna, por segunda vez.

En colaboración con la Facultad de Medicina de la Universidad de La Laguna, se ha desarrollado un prototipo patentado que crea un espacio acústico virtual de aplicación médica en personas ciegas.

En 1998, con la *X Canary Islands Winter School of Astrophysics* dedicada a "Cúmulos globulares", se consolidaba esta Escuela de Invierno anual, que en tal ocasión celebraba sus diez años de existencia.

También en 1998, el IAC organizó otras seis reuniones científicas, entre ellas tres euroconferencias, dos congresos internacionales y la III Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía.

5.6.2 La difusión cultural como fin⁴²

El IAC es un centro que, manteniendo un nivel de excelencia no sólo por las instalaciones de los Observatorios que administra y que constituyen el *Observatorio Norte Europeo*, sino también por su investigación (con más de 1.100 artículos publicados en revistas especializadas de prestigio hasta finales de 1998), sus proyectos tecnológicos (un gran telescopio de 10 metros entre ellos) y su actividad docente universitaria, no ha descuidado tampoco la difusión cultural. Muy al contrario, como uno más de sus fines, el IAC se esfuerza permanentemente en la divulgación de la ciencia.

La responsabilidad de la difusión cultural en el IAC se canaliza a través de su *Gabinete de Dirección*. Señalamos a continuación las actividades en el terreno de la divulgación que son habituales desde la creación de este Instituto:

- Visitas a los Observatorios, especialmente de grupos escolares y particulares, con una frecuencia semanal. El número de visitas a las distintas instalaciones del IAC superó en 1998 la cifra de 13.000 visitantes. En verano se organizan jornadas de puertas abiertas en el Observatorio del Roque de los Muchachos, en colaboración con las instalaciones responsables de los telescopios. La primera de ellas, en 1985, registró una asistencia de 15.000 personas, una cifra importante si se tiene en cuenta la población de la isla de La Palma (80.000 habitantes).
- Cursos y conferencias de divulgación. Son impartidos por científicos del IAC y en colaboración con universidades, entidades bancarias y museos. Se han organizado cursos de astronomía en todas las islas del Archipiélago.
- Exposiciones. El IAC ha estado presente en más de 50 exposiciones en los últimos ocho años, a un promedio de 7 exposiciones por año.
- Atención a medios de comunicación, astrónomos aficionados y particulares, que solicitan información por carta, correo electrónico, teléfono o en persona (más de 1.000 consultas en 1998).

- Ediciones. Periódicamente se edita la revista *IAC Noticias* (de la que hablaremos más adelante), ahora también en formato digital, además de comunicados de prensa y otro material divulgativo (memorias, folletos, carteles, fichas, vídeos, postales,...).
- Recuerdos institucionales (pegatinas, camisetas,...).

El IAC también ha organizado cada año campañas de divulgación con motivo de circunstancias especiales (acontecimientos astronómicos, celebraciones). A continuación se destacan algunas de ellas⁴³.

En 1985 tuvo lugar –como hemos visto- la Inauguración oficial del Instituto de Astrofísica y sus Observatorios, que fue cubierta informativamente, entre otros, por medios de comunicación de toda Europa.

Con motivo de las ceremonias inaugurales se restauró el Convento renacentista franciscano de la Inmaculada Concepción de Santa Cruz de La Palma, que se inauguró con una exposición monográfica sobre “Instrumentos astronómicos en la España medieval y su influencia en la astronomía europea”.

El IAC también organizó la exposición “La Astronomía en Canarias”, en el propio Instituto, que se abrió por primera vez durante la Inauguración.

Para dar la bienvenida al cometa *Halley* en su última visita, el IAC organizó, en colaboración con el Ayuntamiento de Santa Cruz de Tenerife y la Caja General de Ahorros de Canarias, una “Fiesta de las Estrellas” (música y proyecciones audiovisuales se alternaron con charlas y observaciones astronómicas), en la Playa de las Teresitas de la isla de Tenerife. Fue en la noche del 15 al 16 de marzo de 1986 y se sobrepasaron las expectativas más optimistas. Aunque según la prensa acudieron unas 60.000 personas, se ha dicho que esta cifra podría haber sido mucho mayor de no haberse producido un embotellamiento de 7 km que impidió la llegada de miles de personas más⁴⁴ (entre ellas, el poeta Rafael Alberti). El personal del IAC y gente

entrenada se mezcló con el público para ayudar a identificar y observar el cometa con prismáticos.

El IAC colaboró con el periódico *Diario de Avisos* en la organización del concurso “El Halley más cerca”, entre escolares de EGB y BUP, por el cual 15 niños pudieron contemplar el cometa desde el Observatorio del Teide, el 11 de abril de 1986, guiados por un investigador del IAC.

La expectación despertada por el cometa *Halley* sirvió para llamar la atención sobre diversos aspectos de la astrofísica actual. También se atendió a numerosos grupos de astrónomos aficionados extranjeros que vinieron expresamente a los Observatorios para hacer observaciones y se habilitaron para ellos lugares donde colocar sus telescopios. Ésta no sería la primera colaboración con los astrónomos aficionados, a los que el IAC siempre ha reconocido una labor importante tanto en el fomento de la afición por la astronomía como en el trabajo de campo que este colectivo lleva a cabo y que tan útil resulta para los astrónomos profesionales. (Son los astrónomos aficionados los que precisamente descubren eventos astronómicos como *supernovas* y *cometas*).

A iniciativa del Patronato de Turismo del Cabildo Insular de La Palma, dentro de la campaña “Apaga la luz y enciende el cielo”, los 14 municipios de la isla apagaron el alumbrado público y privado en la madrugada del 12 de abril, durante tres horas. Como resultado de este apagón, los astrofísicos pudieron estudiar con detalle la galaxia *M101*, en la constelación de la Osa Mayor.

En 1986, el IAC también contrató a un periodista científico (la autora de esta tesis) para su Gabinete de Dirección. Se comenzó entonces a editar la revista *IAC Noticias*, que periódicamente recoge toda la actividad del IAC.

Con motivo de la inauguración en 1987 del Telescopio “William Herschel”, de 4,2 metros de diámetro, instalado en el Observatorio del Roque de los Muchachos, se organizaron unas jornadas para periodistas científicos.

En 1988 se promulgó, como hemos visto, la llamada *Ley del Cielo*, que protege a los Observatorios del IAC de la contaminación (lumínica, industrial, radioeléctrica) y del sobrevuelo de aeronaves. El objetivo es preservar las cumbres de las Islas de Tenerife y La Palma como reserva astronómica mundial, al tiempo que se garantiza el derecho de generaciones futuras a disfrutar de un cielo estrellado. La aplicación de la Ley ha supuesto la adaptación del alumbrado público, con el consiguiente ahorro energético (incluso la protección de especies amenazadas como las pardelas). A raíz de la experiencia y tras solicitar asesoramiento al IAC, han surgido iniciativas similares en otras comunidades autónomas, como Cataluña y Madrid. También se han interesado diferentes países e, incluso, organismos internacionales, como la UNESCO.

El IAC repitió en 1989, como dos años antes, la invitación a periodistas científicos con motivo de la inauguración del Telescopio Nórdico NOT, de 2,5 m, también en el Observatorio del Roque de los Muchachos.

En 1990 se institucionalizó con la Fundación Santa María un curso anual de Astronomía para profesores de centros de Enseñanza, que reciben formación astronómica, consejos pedagógicos y sugerencias de experiencias astronómicas prácticas. El origen de estos cursos fue el convencimiento de que la astrofísica, como materia, debe incluirse en los currículos escolares.

En 1991 se habilitó una cúpula vacía como pequeño "centro de visitantes" en el Observatorio del Teide.

En 1992, la presencia del IAC en la EXPO 92 se materializó en cinco módulos que se exhibieron en el Pabellón de Canarias y en el Pabellón del Futuro.

En 1993, el Cabildo de Tenerife y el IAC crearon en La Laguna, junto al Instituto, el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife, el único museo en España promovido por un centro de investigación y del que hablaremos más adelante.

En virtud de un acuerdo entre la Real Academia de Ciencias de Suecia, Ediciones SM y el IAC, este Instituto se responsabiliza de las tareas de traducción de los carteles en español dedicados a los Premios Nobel de Física y de Química con fines divulgativos.

La colisión de los fragmentos del cometa *Shoemaker-Levy* con Júpiter en julio de 1994, anunciada con un año de antelación, fue observada con telescopios de los Observatorios del IAC. Las imágenes obtenidas con esta instrumentación fueron consideradas por la Unión Astronómica Internacional como la primera notificación mundial de la colisión. Con ayuda de la *Agencia EFE* en Tenerife, el IAC proporcionó a los medios de comunicación, diariamente y a lo largo de la semana de impactos, información escrita e imágenes en vídeo y papel. En el Museo de la Ciencia y el Cosmos, en conexión con el Observatorio del Teide, más de 2.000 personas concentradas durante 4 horas pudieron seguir en directo la colisión desde las pantallas allí preparadas. El escritor Juan José Millás llegó a decir de este acontecimiento cósmico: "No sabe uno hacia dónde mirar, si hacia Júpiter o hacia los que miran a Júpiter con un entusiasmo de turistas en un país exótico"⁴⁵.

El IAC celebró en 1995 el X Aniversario de la Inauguración del IAC y sus Observatorios, con actividades como la Jornada de Puertas Abiertas en todas sus instalaciones el 24 de junio, con la asistencia de 800 personas en el Instituto de Astrofísica, 900 en el Observatorio del Teide y 600 en el Observatorio del Roque de los Muchachos.

En este contexto festivo, el IAC lanzó la campaña "Apaga una luz y enciende una estrella" -similar a la de 1986 con motivo del *Halley*-, invitando a apagar las luces de exteriores durante una hora la noche del 24 de junio, a las 12 de la noche y por un intervalo de una hora, para contemplar la belleza del cielo estrellado "como en la época de los guanches". Si bien en un principio se pensó circunscribir el Gran Apagón a Tenerife y La Palma, después se sumaron a esta iniciativa La Gomera, el Hierro y algunos municipios de la provincia de Las Palmas. De un total de 81 instituciones contactadas colaboraron 73, es decir, el 90%.

SS.MM. los Reyes de España y otras personalidades inauguraron en junio de 1996 los nuevos telescopios instalados en los Observatorios del IAC. Asistieron a los actos 150 periodistas.

Con motivo del paso del cometa *Hyakutake*, el IAC propuso a las agrupaciones de astrónomos aficionados una observación simultánea la noche del sábado 23 de

marzo de 1996. Según los datos facilitados por unas 40 agrupaciones de toda España, más de 30.000 personas acudieron esa noche a los lugares previstos para ver el cometa. Las Playas del Puertito de Güímar, en Tenerife, con 5.000 personas, fueron el lugar con mayor asistencia de público.

También con motivo del *Hyakutake* y bajo el lema "El Cometa, ¡agárralo como puedas!", el IAC organizó un concurso a nivel nacional convocado en tres categorías: "fotografía astronómica", "dibujo infantil" y "artículo periodístico". En la primera modalidad se calificaron 324 imágenes del cometa, entre ellas 112 enviadas en soporte digital que pasaron a formar parte de la galería de fotos abierta al efecto en las páginas web del IAC (galería que también se mantuvo con el cometa *Hale-Bopp*). En la modalidad de "dibujo infantil", se evaluaron 491 dibujos de niños de edades de hasta 12 años y de colegios de toda España. Por último, en la modalidad de "artículos periodísticos" concursaron 12 artículos.

Como decían las bases del concurso anterior, además de la publicación del trabajo en *IAC Noticias* y de un diploma acreditativo, el Primer Premio para cada modalidad consistió en una estancia de tres días para visitar el IAC y sus Observatorios en Tenerife y La Palma. La estancia incluía una noche de observación coincidiendo con el mayor acercamiento del cometa *Hale-Bopp*, en abril de 1997. La entrega de estos premios tuvo lugar en un acto público organizado por el IAC y el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife, donde se expusieron los trabajos premiados.

Precedida de una gran expectación popular y de un gran interés por parte de los medios de comunicación, el 26 de febrero de 1998, la expedición *Shelios 98*, con algunos miembros del IAC, marinos y un periodista, y patrocinada por Banesto, alcanzaba tras varios días de navegación a bordo del velero *Tenerife 1*, de la Universidad de La Laguna, la línea de totalidad de un eclipse de Sol, a 2.000 kilómetros de la costa. Con esta experiencia se puso de manifiesto la posibilidad de vivir la aventura al tiempo que se asistía a un acontecimiento astronómico contemplar un eclipse de Sol en medio del Océano (Atlántico, en este caso). Esta idea inspiró la posterior expedición *Shelios 99*.

Como ya hemos visto, el IAC propuso en 1998 que en el curriculum de los investigadores que optaran a las plazas de Astrofísicos de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias se puntuaran los esfuerzos en la divulgación científica.

El IAC también intenta facilitar la impartición de los conocimientos astronómicos en la comunidad canaria apoyando la implantación en el currículo oficial de Secundaria y Bachillerato la asignatura optativa "Iniciación a la Astronomía"

Con la remodelación de sus páginas web en 1999, el IAC se ha propuesto hacer divulgación científica a través de Internet (<http://www.iac.es>)

Para conmemorar el XX Aniversario de la firma de los primeros Acuerdos Internacionales de Cooperación en Astrofísica, que tuvo lugar el 26 de mayo de 1979 en Santa Cruz de La Palma, el IAC organizó una gran exposición en esta isla.

En fase de próxima realización se encuentra un Centro de Visitantes en el Observatorio del Roque de los Muchachos y otros proyectos.

Astrofísicos del IAC encabezaron –como dijimos- la expedición *Shelios 99*, por la que un grupo de 30 personas recorrieron en autocaravanas y con el patrocinio de Banesto varios países del centro de Europa hasta llegar a Kastamonu, en Turquía, para observar desde allí el último eclipse total de Sol del milenio, el 11 de agosto de 1999.

En pocos años, además de convertirse en un centro de vanguardia científica y tecnológica, el IAC también ha conseguido sensibilizar culturalmente a tres sectores diferentes de la sociedad:

A la propia comunidad de científicos que trabaja en este Instituto, los cuales colaboran habitualmente en las tareas de divulgación (charlas, atención a los medios,...).

A los medios de comunicación, tanto de Canarias como del resto del país, que han apoyado abiertamente proyectos de grandes inversiones como el "Gran Telescopio Canarias". Para estos medios, el IAC se ha convertido en referencia para cuestiones astronómicas.

A la población de las Islas, que se enorgullece por tener en su territorio un centro del prestigio del IAC y que está dispuesta, incluso, a facilitar las observaciones astronómicas reduciendo el alumbrado de sus calles y a apoyar, como propios, los intereses del IAC y de la astronomía.

Con el primero (científicos del IAC) y el segundo (medios de comunicación), se está consiguiendo elevar la cultura astronómica del tercero (la sociedad canaria). Así, pues, el IAC podría ser un ejemplo de la contribución de un centro de investigación a la cultura del entorno.

5.6.3. La revista *IAC Noticias*

El Gabinete de Dirección del IAC comenzó a editar el boletín *IAC Noticias* en noviembre de 1986, inicialmente con una periodicidad bimestral (nunca alcanzada) que se convirtió en trimestral en una segunda etapa y, en los últimos años, de irregular aparición.

En el número 0 del boletín, de noviembre de 1986, y de nuevo en el N. 1-1992 con motivo de la presentación de la segunda etapa, Francisco Sánchez, Director del IAC, explicaba cuál era el objetivo de esta publicación:

Nuestra actividad -científica, tecnológica, educativa y cultural- es abierta y el IAC debe tener paredes de cristal. Más aún, tiene la obligación de informar a la sociedad que le da soporte. NOTICIAS nace bajo el impulso -también la necesidad- de dar a conocer la realidad que vivimos día a día,... informando a los unos de lo que hacen los otros y a todos de lo que está haciendo el IAC.

Se financia con los presupuestos de Gabinete de Dirección del IAC (ha contado con publicidad esporádica en algunos números). Es una revista gratuita, pero de distribución limitada (tirada de 2.300 ejemplares en 1998, distribuidos en su mayor parte) y con demanda creciente. Sólo en los últimos números se ha introducido color en todas sus páginas, aunque las ilustraciones resultan insuficientes para compensar

la densidad del texto. El número de páginas varía entre 40 y 52 páginas. Dos personas son responsables de su edición, redacción y confección, aunque con el asesoramiento de un supervisor científico y otro técnico.

Esta revista se dirige a públicos muy distintos. Por un lado, al 65% de los destinatarios (medios de comunicación, responsables de política científica y personal administrativo del IAC, entre otros) no tiene, necesariamente, conocimientos de astrofísica. El 35% restante lo constituyen grupos como colegas nacionales e internacionales, ámbito universitario afín, astrónomos aficionados y personal científico y técnico del IAC, colectivos a los que sí se les supone cierta cultura astronómica.

IAC Noticias intenta recoger toda la actividad del IAC. La variedad de la información que contiene hace que los diferentes públicos puedan encontrar información de interés. Según el Real Decreto Ley 7/1982 (30 de abril), el IAC se estructura en cuatro áreas: Investigación, Instrumentación, Enseñanza y Administración. De todas ellas se informa en la revista. De modo que junto a temas de astrofísica (origen y evolución del Universo, cuásares y galaxias, agujeros negros, granulación y manchas solares, heliosismología, enanas marrones, planetas, Júpiter,...) encontramos artículos sobre tecnología (fibras ópticas, satélites espaciales, elementos finitos, criogenia, informática, homologación industrial, grandes telescopios, asistencia técnica a empresas y departamentos universitarios,...). Incluso información relacionada con otros campos (procedimientos para la detección precoz del glaucoma o de la diabetes, para medir el calor de una reacción química, para estudiar, a nivel neuronal, la relación estímulo/conducta en el cerebro humano, o para crear un espacio acústico virtual).

Se incluyen los cursos de doctorado (no en los últimos números) y las tesis doctorales del Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna (estrechamente relacionado con el IAC). Se informa de las visitas más o menos importantes (entre ellas la del Príncipe de Asturias y algunos Premios Nobel), de los acuerdos internacionales entre los distintos países, de las reuniones políticas, de los incendios, de restos arqueológicos, del alumbrado público que debe adaptarse a la Ley del Cielo, del Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife, del Coro del IAC y de los campeonatos internos de ajedrez, por ejemplo. También se puede encontrar en esta revista la relación de todas las actividades de divulgación que el IAC lleva a cabo.

Sin duda, *IAC Noticias* goza de prestigio y credibilidad. Cumple el requisito del rigor. Publicar en esta revista es, hasta cierto punto, curriculum para el investigador. En alguna ocasión ha sido foro de discusión sobre temas de astronomía y hasta se ha propuesto editarlo en inglés (de momento, sólo los especiales se editan en dos idiomas).

Sin embargo, la mayor crítica que se hace a esta revista tiene que ver en gran parte con el nivel de divulgación alcanzado. Los artículos sobre las investigaciones, generalmente firmados por sus propios autores, suelen ser muy especializados y de difícil comprensión. La divulgación sólo se reserva a secciones como *A través del prisma*, en la que tienen cabida desde reportajes y entrevistas hasta las transcripciones de conferencias, siempre en el tono más divulgador posible.

Otra crítica a esta revista se refiere a la pérdida de actualidad o falta de novedad en los contenidos, ya sea por el carácter trimestral, por retrasos en su aparición o por los embargos de las revistas científicas de prestigio. En muchas ocasiones se informa de investigaciones que algunas de estas revistas adelantan previo acuerdo económico a algunos medios nacionales españoles y que, por consiguiente, circula en estos medios con anterioridad o simultáneamente a su publicación en el boletín. También es verdad que muchas de las informaciones que contiene *IAC Noticias* son previamente comunicadas en su día a los medios de comunicación a través de notas de prensa.

IAC Noticias, cuya aparición es a veces noticia en sí para algunos medios, contiene por último *pistas* para los periodistas. En ciertos casos, y tras adaptar los contenidos de artículos de investigación, se generan a partir de esta revista noticias de gran repercusión a nivel nacional, especialmente si las distribuyen las agencias.

Actualmente *IAC Noticias* también se edita en formato digital, lo que permite que se vaya confeccionando y visualizando con anterioridad a su versión en papel. Su dirección electrónica es:

<http://www.iac.es/gabinete/iacnoticias/digital.htm>

5.6.4. Los Observatorios del IAC y el turismo científico

La demanda de un ocio cultural es consecuencia de la "sociedad del saber" hacia la que nos dirigimos y de una cultura moderna en la que el contenido científico y técnico, como hemos visto, es cada vez mayor. En esta sociedad, los turistas son cada vez más cultos; demandan un ocio más enriquecedor culturalmente hablando y no se darán por satisfechos sólomente con sol y playa; exigen un respeto inteligente por la naturaleza; les interesa visitar los centros donde se produce el saber; les atrae ver cómo son y cómo trabajan los "sabios" y quieren conocer de cerca algún descubrimiento reciente. De ahí que en los lugares turísticos se deban diseñar espacios atractivos para un descanso culturalmente activo. Así lo entiende Francisco Sánchez, quien ha abordado el tema en varias ocasiones.

Los centros de investigación científica y técnica se han mantenido apartados del turismo y su desarrollo. Pero estos centros, creadores de una verdadera atmósfera cultural, pueden y deben implicarse en el fenómeno turístico y tratar, con imaginación, de completar la oferta turística de la zona donde estén ubicados.⁴⁶

En lo que concierne al Instituto de Astrofísica de Canarias, pionero del turismo científico en Canarias, Francisco Sánchez considera un deber que el IAC, como centro de investigación, intente dar a conocer sus trabajos y sus conocimientos a los visitantes de las Islas Canarias, "no sólo esperando a que se nos acerquen, sino creando los mecanismos para que cada vez más y de forma más sencilla puedan llegar a ellos y lo incluyan entre sus actividades de ocio."

Así, el IAC y sus Observatorios, sin apenas infraestructura para estas actuaciones, son visitados anualmente por varios miles de personas (¡ver un telescopio supone un trofeo turístico único!). En 1989, el Observatorio del Roque de los Muchachos recibió la Medalla de Oro del Premio "Importantes del Turismo". Al mismo tiempo crece, por ejemplo, la demanda nacional e internacional de cursos de iniciación a la astronomía y de congresos científicos sobre este campo a celebrar en Canarias.

Con el fin de dar cauce a esa demanda cada vez mayor del turismo, el IAC tiene además una serie de proyectos desarrollados para el futuro (centros de visitantes de vanguardia,...), con los que se pretende como último objetivo, y usando el atractivo que tiene todo lo que se relaciona con el Cosmos y el Espacio, "enriquecer el equipaje cultural de los visitantes de las Islas Canarias", concluye Francisco Sánchez.

5.6.5. Premios a la difusión cultural

Entre los premios que se han concedido al IAC, y en relación con la difusión cultural y la divulgación científica realizada, destacan los siguientes:

- El Observatorio del Roque de los Muchachos fue galardonado –como hemos dicho– con la Medalla de Oro del Premio “Importantes del Turismo 1989” del Gobierno de Canarias, “por haber contribuido, desde su inauguración, a proyectar la Isla de La Palma al mundo entero, además de haber atraído a numerosas personalidades y visitantes”.

- En 1994, la Asociación de Radioaficionados “Laurisilva” Digigroup EA8 (Islas Canarias) concedió un Diploma al Equipo Humano y Administrativo del IAC por su colaboración en la difusión del XXV Aniversario de la llegada del Hombre a la Luna.

- El Club de Leones de La Laguna (Tenerife) concedió al IAC el “Premio al Prestigio” 1993-94.

- En 1995, la revista *Dinero*, en colaboración con el Banco Central Hispano, ha galardonado al IAC con el Premio “Empresarios del 2.000”, modalidad que premia el interés por mantener y conservar el medio ambiente. Como se dice en el número 598 de esta revista: “El cielo de Canarias es un recurso natural de explotación a través del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Sus Observatorios Internacionales del Teide (Tenerife) y del Roque de los Muchachos (La Palma) están protegidos por una ley específica (la “Ley del Cielo”) que los convierte en una reserva natural para la Astronomía. Los Observatorios del IAC forman parte ya del medio ambiente de las islas de Tenerife y La Palma”.

- El equipo del IAC responsable del “Experimento de Tenerife sobre el Fondo Cósmico de Microondas”, dirigido por Rafael Rebolo e integrado, además, por Robert Watson, Carlos Gutiérrez, Roger Hoyland, John Beckman y Bruno Femenía, recibió el Premio “Teide de Oro 1995” en su modalidad colectiva (compartido en esta ocasión con Miguel Zerolo) que concede la emisora Radio Club Tenerife, de la Cadena Ser. El

objeto de estos premios es distinguir -como se dice en las bases del premio- a “aquellas personas e instituciones de los cuales los canarios nos sentimos profundamente orgullosos”. Con este Experimento fue posible identificar los primeros cosmosomas del Universo.

- El Profesor Francisco Sánchez, fundador y director del IAC fue galardonado el 15 de marzo de 1996 con el Premio Canarias de Investigación 1996, “por su continuado y relevante trabajo en Canarias para estimular la actividad científica y tecnológica, así como la creación y consolidación del IAC, considerado como un punto de referencia obligado en el ámbito de esta disciplina científica a nivel mundial”, y por haber “impulsado la divulgación científica vigorosamente para incrementar en la sociedad la faceta científico-técnica de la cultura”. En 1992, Francisco Sánchez también recibió la Medalla de Oro de Canarias por su contribución “al avance científico y al reconocimiento de Canarias en el panorama internacional”.

- En 1999, el Cabildo Insular de Tenerife otorgó al IAC el Premio Medio Ambiente Isla de Tenerife 1998, en su modalidad dirigida a Corporaciones Públicas de la Isla.

5.7. El Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife

El Museo de la Ciencia y el Cosmos pertenece al Organismo Autónomo de Museos y Centros del Cabildo de Tenerife y es el único museo en España promovido por un centro de investigación. De ahí su doble paternidad, por un lado el Cabildo y por otro el Instituto de Astrofísica de Canarias (los dos directores que hasta el momento ha tenido el Museo son investigadores del IAC; los primeros módulos fueron desarrollados en este Instituto). Y de ahí también el propio nombre del Museo, “de la Ciencia y el Cosmos”, concediéndole así un trato diferenciado a la astronomía.

El Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife fue inaugurado el 11 de mayo de 1993 con la presencia del astronauta ruso Sergei Krikaliev, quien había permanecido más de 300 días en la estación espacial *Mir*. Unos meses después, el 6 de julio de ese año, el Museo recibió la visita de S.A.R. el Príncipe de Asturias.

El edificio del Museo fue diseñado especialmente, concediendo gran importancia a la terraza, donde se encuentra una antena de radio de 18 metros de diámetro, que sirve para enviar mensajes al Cosmos, un telescopio de 28 cm (con filtro solar H α , cámara CCD y cámara de TV), un par de relojes de Sol y la reproducción de un Crómlech megalítico. Los diferentes módulos, más de 100 experimentos interactivos (ampliados anualmente y exportables en algunos casos), han sido realizados con un bajo coste económico y en torno a ellos se organizan talleres especiales. Cuenta con un Planetario, en el que se ofrecen diferentes programas, y con un Salón de Actos, lugar frecuente de proyecciones y conferencias. El Museo mantiene colaboraciones permanentes con el IAC y otras entidades canarias.

Hasta el 31 de diciembre de 1998 habían visitado el Museo más de 300.000 personas⁴⁷. En días especiales, como aniversarios y efemérides astronómicas (eclipses, cometas y otros), el Museo ha llegado a reunir entre 1.000 y 2.000 personas en un solo día.

Si bien aún no puede hablarse de rentabilidad, en el sentido económico del término, el Museo está siendo sumamente rentable en el ámbito de la enseñanza gracias a las campañas dirigidas a colegios y profesores.

5.7.1. Actividades de divulgación⁴⁸

El Museo ha tenido desde sus orígenes un planteamiento lúdico y ha seguido la fórmula mágica que combina ciencia y entretenimiento.

Entre el conjunto de actividades paralelas del Museo destacan las charlas y conferencias de divulgación. Del centenar impartido, más de 30 corresponden a temas relacionados con astronomía y afines, sin contar las correspondientes a los cursos organizados, como el titulado "La Astronomía en Canarias".

Los títulos de estas conferencias nos muestran la gran variedad ofrecida dentro de este mismo campo: "La máquina del tiempo", "Las Perseidas: un castillo de fuegos naturales", "Tras el resplandor del Big Bang", "El contenido del Voyager", "¿El choque del siglo?", "El Sol y su problemática en las comunicaciones", "Jupitermanía", "Lo

mejor del impacto", "Teorías del todo", "Variabilidad solar y clima terrestre", "¿Qué fue de la estrella de Belén?", "Nuestro Universo y otros", "El lugar del hombre en el Universo", "Marte y sus secretos", "¿Estamos solos en el Universo?", "Cosmología", "Cosmonautas en el Museo", "El libro de imágenes cósmicas", "De Malta a los Millares, un recorrido arqueoastronómico por el Mediterráneo occidental", "Las Pléyades: siete novias para...", "La estrella de Belén ¿caso cerrado?", "Vivimos con él pero sabemos poco de él: "la Física del Tiempo", "Observación del cometa: Hyakutake desde Canarias", "¿Hay vida en Marte?", "¿Es único nuestro universo?", "Los últimos cometas del siglo XX", "Caos y orden en el Cosmos", "Recientes descubrimientos en los planetas Júpiter y Saturno", "OVNIS, una leyenda del siglo XX", "Ecos de los antiguos cielos", "Formas de medir el tiempo: desde la antigüedad hasta el reloj mecánico", "Desde el origen de la vida al origen del Universo",...-

Entre los conferenciantes se encuentran, además de astrofísicos del IAC, científicos de prestigio internacional en astronomía, como Igor Novikov, John Barrow, Eugene Parker, Martin Rees, Guido Münch, Jayant Narlikar, C.V. Vishveshwara, Hubert Reeves, Dennis Sciama, Michael Hoskin, Paul Murdin, Edward Krupp, George Contopoulos o Claude Cañizares.

También se han tratado, lógicamente, otros temas en las conferencias del Museo, como el amor, la muerte, la televisión, el CD-Rom, Internet, la homeopatía, la microcirugía, los juegos de mesa, los relojes, los volcanes, los delfines, las ballenas, los viajes, la Antártida, la pintura aborigen o el medio ambiente.

La labor del Museo se completa con otras actividades como las que apuntamos a continuación:

- Cursos: "Introducción a la Astronomía (X Aniversario IAC)" (8 conferencias), "La Astronomía en Canarias" (17 conferencias), "5 Siglos de Ciencia en Canarias" (12 conferencias y 1 mesa redonda), "Fundamentos de Antropología y Arqueología Forenses", "Canarias y la Ecología, un reto para el siglo XXI" (13 conferencias y 1 mesa redonda), "El funcionamiento del Museo", "Astronomía y Cultura: Arqueoastronomía y Etnoastronomía" (9 conferencias), "Técnicas del papel".

- Presentación de vídeos y películas: Paisajes galácticos en el cielo de Canarias, El Columpio, La ciudad interior, Universo tridimensional, Blue planet, Mister Freedom, Muhamad Alí: The Greatest 1964-1974, The Couple,...
- Proyecciones de diapositivas: Viajes a Camboya y a Suramérica.
- Observaciones en directo: Sol, Luna y planetas.
- Semanas culturales: "Los Pulmones", "Los Ojos", "Semana Matemática", "El Corazón", "Ilusiones ópticas", "Matshow", "El cielo de verano",...
- Exposiciones: "Fotonoviembre (varios años)", "Innervisions", "Caprichos de lava", "Medio Ambiente", "A tu alrededor", "Blas Cabrera. Vida y obra de un científico", "Canarias investiga", "El vuelo de una ensoñación", "Atardece naranja infierno", "La astronomía en los albores del tercer milenio", Concurso "El Cometake: ¡Agárralo como puedas!", "Arte, Espacio y Humanidad", "Fotopinturas", "Tenerife: el experimento de un astrónomo", "8ª Edición de los premios de arquitectura Manuel de Orea y Arocha (1996-1997)", "3er Concurso de Pintura de Viña Norte",...
- Eventos especiales: eclipses, seguimiento del impacto del cometa *Shoemaker-Levy* en Júpiter, Apagón del X Aniversario del IAC, el *Hyakutake* (en colaboración con la Agrupación Astronómica de Tenerife),...
- Sesiones especiales del planetario.
- Foro para congresos y otras reuniones científicas: I Symposium de Medicina Integral de la Comunidad Canaria, I Seminario de reflexiones en torno al Patrimonio, Jornadas Estatales de las DEAC, Encuentros Relativistas Españoles 95, XIII Jornadas Estatales de Astronomía, IX Canary Islands Winter School of Astrophysics, II Reunión de Museos Interactivos y Planetarios de España, Jornadas para la puesta en marcha de la instrumentación del Gran Telescopio de Canarias, III Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía,... (en 1999 se celebró el congreso internacional Oxford VI & SEAC 99 sobre "Astronomía y Diversidad Cultural").
- Presentación de libros: *La enorme pequeñez de la abuela Tierra*, *Arqueoastronomía hispana*, *Satélites de radioaficionados*, *Buscando el Sur*, *Misterios del Cosmos y otros ensayos*, *El cielo desde las cumbres de Canarias*, *Ciencia y Cultura en Canarias*, *Historia del Sol y el Cambio Climático*,...
- Presencia en otros centros o foros: Parque Infantil de Tenerife (con módulos y talleres), 1ª Reunión de Centros de Divulgación Científica en La Casa de las Ciencias de la Coruña,...

En su V Aniversario, el escritor José Luis Sampedro, Catedrático Emérito de la Universidad Complutense de Madrid, pronunció la conferencia "La ciencia, ¿al servicio del hombre?". Además de la apertura del módulo 100 y de una noche de acampada astronómica para los más pequeños, también se fundó con motivo de este quinto cumpleaños el Club de Amigos del Museo de la Ciencia y el Cosmos.

5.8. Aplicaciones de la astronomía y las ciencias espaciales

¿De qué le sirve la astronomía al hombre de la calle? ¿Cómo justificar las inversiones en investigación básica y en las costosas tecnologías e instrumentación asociadas? Éstas son preguntas habituales y legítimas de la sociedad que no sólo tienen respuestas filosóficas o metafísicas, como el mero conocimiento en sí mismo que justifican el deseo del hombre de conocer cuál es su lugar en el Universo. También pueden darse respuestas para satisfacer el pragmatismo que se demanda y que, sin embargo, se ignora en muchos casos. La astronomía, que representa la investigación básica por excelencia, puede llegar a ser, también, una ciencia aplicada, cada vez más conectada con otras actividades. No digamos ya la investigación espacial en su conjunto.

En un reportaje titulado "Carrera espacial: una aventura infinita" y presentado por el divulgador científico Manuel Toharia, dentro de la serie de TVE *Documentos TV*, también se abordaba el tema de las repercusiones de los logros espaciales en otros campos. Como arranque inicial, el reportaje se planteaba si la conquista del Espacio había merecido la pena a pesar de los costes que ello ha supuesto, tanto en vidas humanas (varios centenares de muertos en 40 años) como en el plano económico (los millones de dólares destinados a esta empresa) y de otra índole (la basura espacial generada, por ejemplo). El reportaje concluía que los retornos eran obvios: la sociedad se beneficiaba recibiendo conocimiento y tecnología.

"Quizá no nos demos cuenta -decía Luis Ruiz de Gopegui, ex-director de Programas de la NASA en España-, pero la tecnología espacial está en casi todo. Sería muy difícil

vivir hoy sin tecnología espacial. Si se apagaran todos los satélites que están rodeando a la Tierra se paralizaría prácticamente nuestra civilización”.

En otro reportaje, publicado en la revista *Muy Interesante* de agosto de 1995 y titulado “Productos made in space”⁴⁹, se revisaba en qué había mejorado la conquista del Espacio la vida de las personas. Ya en la entrada se anunciaba: “Cuando el hombre dio el primer paso en la Luna, hace más de 25 años, inició un camino que iba a cambiar radicalmente nuestra vida cotidiana. De la mano de la investigación espacial nos han llegado desde el termómetro infrarrojo y los nuevos marcapasos hasta el taladro sin cable y las modernas pinturas anticorrosión”⁵⁰.

Además, “el uso del espacio exterior, exactamente igual que la explotación del lecho del mar y el manejo del medio ambiente, exige un nuevo tipo de interdisciplinariedad”.⁵¹

El Instituto de Astrofísica de Canarias también se ha preocupado siempre de transferir tecnología que pudiera ser útil a la sociedad, comenzando por la sociedad canaria. Con esa intención, además de formar a personal especializado en diferentes áreas, el IAC ha extraído de los desarrollos astronómicos aplicaciones tecnológicas dirigidas a otras ramas de la actividad humana, como la medicina, la enseñanza, la biología o la industria, y de las cuales hablaremos a continuación. El IAC promueve y participa incluso en empresas de tecnología avanzada y cuenta con una Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI).

De modo que, ya sea de la mano de la investigación espacial o de la astronomía misma y de su tecnología, podemos encontrar aplicaciones en muy diferentes campos. Aquí incluimos algunas de ellas, si bien los productos derivados son muchos más (de nuevo éste podría ser un tema para un trabajo de investigación).

5.8.1. El escáner y otras aplicaciones médicas

Desde el descubrimiento de los rayos X y la obtención de la primera radiografía hasta los años setenta, poco se había avanzado en lo que concierne a la reconstitución de la estructura espacial del objeto observado. El problema fue estudiado por el físico

estadounidense Allan MacLeod Cormack (n. 1924) y el ingeniero británico Godfrey Newbold Hounsfield (n.1919), quienes en 1979 recibieron el Premio Nobel de Medicina por el desarrollo de la *Tomografía Axial Computerizada (TAC)*, una técnica utilizada actualmente en el diagnóstico médico de tumores cerebrales. Pero mucho antes, en 1936, un astrónomo armenio, llamado Viktor A. Ambartsumian (1908-1996), ya había resuelto el problema de la reconstrucción en tiempo real de imágenes tomográficas. En otras palabras, ya había inventado el escáner.⁵²

El Offacrom y la detección de la diabetes

El IAC ha participado en proyectos de aplicación médica, algunos relacionados con la óptica. Uno de ellos fue el "OFTACROM"⁵³, un instrumento oftalmológico desarrollado en el IAC a finales de los ochenta y fruto de la colaboración con la Cátedra de Oftalmología de la Facultad de Medicina de la Universidad de La Laguna. Entre sus aplicaciones médicas destaca el diagnóstico precoz de la diabetes. Para la detección de este tipo de problemas se necesitan niveles de luz muy bajos, que sólo pueden alcanzar sistemas de detección muy sensibles como los utilizados en astrofísica.

Diagnóstico inmediato del glaucoma

El IAC también colaboró, a comienzos de los noventa, con el Departamento de Oftalmología de la Universidad de La Laguna y el Hospital Universitario de Canarias, en el llamado "Evaluador perimétrico DELPHI"⁵⁴. Se trataba de un nuevo procedimiento para el diagnóstico inmediato del glaucoma, una de las primeras causas de ceguera en el mundo.

Espacio acústico virtual para ciegos

Noticia en los medios de comunicación españoles ha sido la creación de un Espacio Acústico Virtual de aplicación médica para personas ciegas, como fruto de un proyecto de investigación llevado a cabo en el IAC en colaboración con el Departamento de Fisiología de la Universidad de La Laguna. Este dispositivo es capaz de generar señales acústicas con información espacial tridimensional para que una persona ciega logre una percepción del espacio que le rodea sin apoyarse en la visión.

Investigaciones neurobiológicas

Previamente al sistema del apartado anterior, el IAC ya había colaborado con este Departamento de Fisiología en el desarrollo de una línea de investigación neurobiológica basada en técnicas voltamétricas "in vivo", es decir, capaz de monitorizar el proceso de la neurotransmisión en animales de experimentación no anestesiados⁵⁵. El objetivo de los sistemas que fueron diseñados consistió en estudiar, a nivel neuronal, la relación estímulo/conducta en el cerebro humano, un estudio de interés para comprender enfermedades como el Parkinson, el Alzheimer, la esquizofrenia y la depresión, entre otras, donde hay un funcionamiento anormal de determinados neurotransmisores, y a su vez, para comprender cómo actúan los psicofármacos y sustancias psicotrópicas mediante la estimulación de estos mensajeros químicos.

5.8.2. De las gafas a la vitrocerámica

La óptica y la astronomía son obviamente campos muy vinculados. De ahí que ambos se hayan beneficiado mutuamente, como lo demuestra la historia de las lentes hasta las modernas gafas.

La vitrocerámica de las cocinas fue desarrollada en principio por dos empresas (una europea y otra americana) precisamente para la construcción de nuevos espejos de los telescopios más resistentes. La superficie vitrocerámica es una placa de vidrio que sustituye los quemadores y placas tradicionales por un material extraduro en un solo

plano. Con mayor potencia y consumo similar al de las cocinas tradicionales, el calor se transmite más rápidamente gracias al vidrio. Este tipo de cocina es más limpio, más cómodo y, quizá, más estético que las cocinas normales.

El pyrex y el duralex

Estos dos materiales, que son marcas registradas, fueron consecuencia de un desarrollo tecnológico para fabricar el gran espejo del que por muchos años fue el mayor telescopio del mundo, el de 5 metros de Monte Palomar, en California (Estados Unidos), a finales de los años 40.

El *pyrex* es un tipo de vidrio de gran resistencia a la energía calorífica y al choque térmico. El *duralex* es una materia plástica, transparente y de textura vítrea, usada hoy para la fabricación de piezas de vajilla.

5.8.3. Cartografía y otros usos

La experiencia del IAC en el campo del análisis digital de imágenes también ha permitido aplicaciones cartográficas, como la producción de modelos digitales del terreno y de ortofotografía aérea. Gracias a un método desarrollado en este Instituto, es posible determinar la orografía de un terreno de forma automática a partir de fotografías aéreas espectroscópicas. Un ejemplo de esta aplicación fue un sistema de conteo de olivos y su distribución parcelaria, explotado comercialmente por la empresa "Galileo, Ingeniería y Servicios, S.A." para el Registro Oleícola Español.

5.8.4. Los satélites artificiales

En 1954, los Estados Unidos y la Unión Soviética pusieron en práctica varios programas de lanzamiento de satélites de cara al Año Geofísico Internacional, que se iba a celebrar desde julio de 1957 hasta finales de 1958.

El 4 de octubre de 1957, los rusos pusieron en órbita el primer satélite artificial⁵⁶ -el *Sputnik 1*-, cumpliéndose así las profecías de la ciencia ficción⁵⁷. Fue la agencia soviética de noticias *Tass* quien lo hizo público a través del siguiente comunicado:

Como resultado del extenso y vigoroso trabajo de los institutos de Investigación y Diseño, ha sido creado el primer satélite artificial del mundo. El 4 de octubre de 1957, en la Unión Soviética, el *Sputnik 1* ha sido lanzado con éxito. De acuerdo con los primeros datos, el cohete lanzador proporcionó la necesaria velocidad de órbita, unos 8.000 metros por segundo, al satélite. En estos momentos, el satélite se mueve alrededor de la Tierra en una trayectoria elíptica, y su vuelo puede observarse a la luz de los rayos del sol naciente y poniente por medio de los más sencillos instrumentos... El satélite tiene una esfera de 58 centímetros de diámetro y pesa 83,6 kilogramos. Se han montado en su interior dos transmisores que envían continuas señales de radio.⁵⁸

Telecomunicaciones, navegación y estudio de la Tierra

La tecnología espacial tiene aplicaciones importantes en las actividades terrestres. En la utilización científica de los satélites artificiales se han revolucionado el campo de las telecomunicaciones, la navegación y el estudio de la Tierra (meteorología, cartografía y medio ambiente). “Estos ingenios no sólo han facilitado extraordinariamente el contacto entre los lugares más alejados del globo, con capacidad de miles de circuitos telefónicos combinados con canales de televisión, sino que están enviando continuamente datos sobre la meteorología terrestre, lo que permite conocer y prevenirse contra los fenómenos meteorológicos, así como una más precisa realización de los mapas mundiales. Los satélites meteorológicos envían continuamente fotografías a la Tierra desde una órbita polar. También proporcionan importantes datos a los barcos, submarinos nucleares y a la navegación aérea”.⁵⁹

En términos náuticos, desde el descubrimiento de la recta de altura, la evolución de la navegación marítima se limitó al perfeccionamiento de instrumentación ya existente. No obstante, desde el lanzamiento del primer satélite artificial, cuarenta años atrás, la navegación marítima ha evolucionado asombrosamente.

Algunas de las aplicaciones de los satélites cada vez más frecuentes en el mar y en tierra firme son la “telefonía móvil” y el “sistema GPS”, una utilidad presente tanto en los rallies París-Dakar como en el control de autobuses urbanos, por ejemplo.

Los fines militares

En astronomía se han utilizado con frecuencia tecnologías desarrolladas en otros campos, incluido el militar, y a la inversa. Un claro ejemplo son los detectores

infrarrojos, utilizados para localizar el disparo de un misil a una distancia de unos 10.000 km y para identificar objetos fríos, tales como cabezas nucleares, satélites, aviones en vuelo e, incluso, misiles de crucero. Al margen de cualquier consideración no científica, al menos la astronomía infrarroja parece haber sido uno de los campos que más ha dependido del desarrollo de la tecnología militar. No obstante, a veces la idea original procede de la astronomía, como los radares. Estos aparatos fueron desarrollados inicialmente para la observación astronómica.

También es el caso del concepto de "óptica adaptativa" y el uso de "estrellas guía de láser". Lo mismo cabe decir de los satélites, un porcentaje muy alto de los cuales están dedicados a fines militares, especialmente a reconocimientos y espionaje; entre ellos se encuentran sistemas como los *Early Warning System*, satélites en órbita geostacionaria que, en principio, detectan cualquier amenaza para la paz mundial.

5.8.5. La tecnología de la NASA

Aparte de los beneficios directos del Espacio, existen otros indirectos: la tecnología desarrollada para fines espaciales que se aplica a otros campos y que podríamos llamar "subproductos de la tecnología espacial".

El desarrollo de armamento de las dos superpotencias después de la Segunda Guerra Mundial resultó decisivo para la tecnología espacial. Pero fue después del *Sputnik* cuando se inició una "era espacial" y una "carrera espacial" sin precedentes que, al margen de los logros científicos que todos conocemos, también ha beneficiado a los ciudadanos.

Estados Unidos respondió a la humillante derrota que supuso el adelanto ruso del *Sputnik* con la aprobación, unos meses después, de un ambicioso proyecto espacial que culminó con la llegada del hombre a la Luna en 1969. Para ello, en octubre de 1958, Eisenhower y su Administración, con el respaldo del Congreso, reunió a los diferentes equipos que trabajaban en investigación espacial y fundó la Administración Nacional para el Espacio y la Aeronáutica, internacionalmente conocida por la NASA, sus siglas en inglés (*National Aeronautics and Space Administration*). Esta agencia espacial está obligada por ley a traspasar a la industria

privada las innovaciones técnicas desarrolladas dentro del contexto de los programas espaciales de Estados Unidos. "Se ha dicho que durante el breve período comprendido entre 1958 y 1965 se han desarrollado más de 10.000 productos nuevos que se basan en la tecnología espacial".⁶⁰

Reproducimos a continuación, del reportaje "Productos made in space" de *Muy Interesante* ya mencionado, la lista de 25 aplicaciones a otros campos derivadas de la investigación espacial.

Biotecnología. Como la estructura de la materia es más perfecta cuando surge en ingravidez ... esto servirá para crear nuevos fármacos.

Microgravedad. Las condiciones de microgravedad en los laboratorios espaciales permiten a los científicos realizar experimentos vanguardistas. Por ejemplo, obtener materiales inéditos y estudiar el desarrollo de nuevos cultivos de cara al establecimiento de colonias fuera de la Tierra.

Apolo XI. En julio de 1969, cuando se posó sobre la superficie lunar, era un ingenio revolucionario de la tecnología humana, aunque su ordenador sólo tenía 300 k, o sea, mucho menos capacidad que cualquier videojuego actual.

Lanzadera. Es un sistema que se compone del vehículo propiamente dicho, la nave orbital, de 45 metros de longitud; un tanque con 770 toneladas de carburante para alimentar los motores y los cohetes laterales (*booster*).

Angioplastia. El láser se utilizaba al principio en los satélites para realizar tests a distancia. Hoy se usa ampliamente en cirugía -por ejemplo, para eliminar depósitos de grasa en las arterias- y en la industria.

Documentos. La tecnología de la NASA para el tratamiento de imágenes se ha empleado para verificar el estado de documentos famosos, como por ejemplo la Declaración de Independencia de los Estados Unidos.

Película antirrayado. Una especie de barniz que protege y endurece las superficies plásticas en el espacio, ahora también se usa en las gafas y en todo lo que necesita un tratamiento antirrayado.

Desinfección. Los hospitales y las industrias farmacéuticas y de alta tecnología -por ejemplo, en la producción de *chips* electrónicos- han adoptado los mismos sistemas de desinfección desarrollados para los vuelos espaciales.

Termografías multicolor. Permiten representar el cuerpo por colores según su temperatura y, de este modo, se pueden señalar con exactitud las zonas inflamadas, las fuentes de dolor y los problemas circulatorios.

Mantas espaciales. Para reflejar señales de radio y aislar los vehículos espaciales, se les aplicaba una capa metálica pulverizada sobre una película de plástico. Hoy, con esta cobertura se fabrican mantas, ya que retiene el 80 por ciento del calor del cuerpo humano.

Guías arteriales. Los médicos aprovechan hoy algunas de las tecnologías de tratamiento de imágenes del espacio para guiarse en las operaciones de angioplastia, en las que se introduce un catéter provisto de un balón que dilata y elimina la obstrucción de las arterias.

Exploraciones de altura. Gracias a las fotografías tomadas desde el espacio y tratadas por los técnicos de la NASA, los arqueólogos han podido descubrir ciudades perdidas, como Ubar, en el desierto de Omán.

Termómetro por infarros. Se inventaron para vigilar el estado de salud de los astronautas. Se introducen en el conducto auditivo y pueden medir la temperatura del cuerpo en dos segundos.

Microinfusores para diabéticos. Se trata de auténticas bombas diminutas que inyectan insulina de forma continua durante las 24 horas del día. Se componen de una jeringuilla, un catéter y un mecanismo de suministro de insulina.

Diagnóstico de quemaduras. La tecnología de ultrasonidos, desarrollado para descubrir defectos en el casco de aviones y astronaves, hoy también se utiliza para examinar el estado y la curación de quemaduras y heridas.

Ahorrar energía. En la NASA se creó una tecnología para mantener bajo control el flujo eléctrico en los motores de los satélites y evitar despilfarros energéticos. El mismo dispositivo se aplica a los frigoríficos y taladros actuales.

Pinturas anticorrosión. Inventados para reducir los costes de mantenimiento en el Centro Espacial Johnson, con ellas se han pintado luego la estatua de la Libertad, el puente Golden Gate de San Francisco y varias estructuras del canal de Panamá.

Comer sano. La investigación encaminada a la fabricación de alimentos estériles para los astronautas del Apolo descubrió nuevos sistemas de cocción y embalaje que hoy son habituales en la industria alimentaria.

El mono “frío”. Se desarrolló para asegurar la refrigeración dentro de los trajes espaciales y ahora lo usan los pilotos de fórmula 1, los bomberos y los operarios industriales.

Píldoras frías. Los antitérmicos cumplen la función de bajar la temperatura en el interior del cuerpo. El efecto dura hasta que su principio activo es eliminado por el organismo.

Sin cable. La empresa Black & Decker inventó una taladradora inalámbrica para recoger rocas lunares. Estas herramientas están disponibles ya en el mercado.

Marcapasos de vanguardia. Al principio, esta tecnología servía para controlar las comunicaciones entre los satélites y la Tierra; hoy se utiliza para fabricar avanzados estimuladores cardíacos, programables y regulables desde fuera del cuerpo en el que están implantados.

Potabilización y purificación. Los mismos principios que servían para purificar y reciclar el agua de beber a bordo de las naves espaciales se aplican en el presente en los sistemas urbanos y domésticos de potabilización.

Respirar mejor. A partir del *life support system*, el sistema de supervivencia de los astronautas, en el Centro Espacial Johnson han producido equipos respiratorios mucho más ligeros y eficaces.

Monitores cardíacos. El monitor de control a distancia de las pulsaciones servía, en su origen, para verificar en tiempo real el estado de salud de los astronautas. Ahora se usa en medicina general y también en los entrenamientos de los atletas.

Edward Ploman, experto en tecnología espacial de comunicaciones, proporciona otra lista de ejemplos:

- En medicina⁶¹ se han introducido nuevos métodos quirúrgicos que utilizan la congelación y los microinstrumentos.
- En la industria se usan nuevos materiales, como metales resistentes al frío y al calor, y nuevas mezclas de metales.
- En conexión con las actividades espaciales se han abierto campos completamente nuevos, como es la biónica, o sea, el uso de circuitos electrónicos dentro de organismos vivos, o la manufactura de organismos cibernéticos, que han venido a llamarse *cyborgs*.

- Se han introducido también tecnologías derivadas del espacio en la tecnología de plasmas, equipos automáticos y de seguridad para aviación, nuevos sistemas de radar, sistemas magneto-hidro-dinámicos y otras formas de generar electricidad.

Una aplicación más obvia y de gran interés para la vida cotidiana está relacionada con el aprovechamiento de la energía solar, una tecnología muy desarrollada para satélites y sondas espaciales y que está siendo investigada experimentalmente.

“Los científicos soviéticos –continúa Ploman- dan énfasis a la importancia que han tenido las actividades espaciales en la tecnología del electrovacío, instalaciones de energía atómica y en las industrias químicas, especialmente en el campo de los nuevos materiales plásticos”⁶². Y con respecto a Estados Unidos, Ploman añade que no cabe duda de que la industria norteamericana del consumo ha participado en esta corriente: componentes para receptores de radio y televisión, alimentos sintéticos, indumentaria espacial para el cuerpo de servicios contra incendios, hasta el *teflón* que recubre las sartenes; todos ellos son productos derivados de la tecnología espacial.

Estos factores son los que han hecho que la industria espacial norteamericana se diversifique, se ramifique y penetre en otros muchos campos, como la medicina, la electrónica, las comunicaciones, la metalurgia, la mecánica y la oceanografía, por citar sólo algunas. La tecnología de sistemas integrados que se desarrolló en la industria del espacio se aplica ahora a la construcción de barcos, la planificación de ciudades y la regulación del mercado laboral. No sólo se han hecho esfuerzos para reducir el tiempo que media entre un descubrimiento y su aplicación práctica, sino también el que media entre el descubrimiento de un nuevo conocimiento y su incorporación a la educación científica y tecnológica.⁶³

En la sección de “Inventos” del suplemento “ABC de la Ciencia” era frecuente encontrar alguna aplicación más de desarrollos de la NASA. Por ejemplo: una herramienta médica similar a un balancín para el diagnóstico y tratamiento de trastornos de movilidad y equilibrio, que además procesa informáticamente todos los movimientos que ejecuta el paciente. El sistema fue desarrollado por la NASA para calibrar el equilibrio de sus astronautas tras efectuar un vuelo espacial⁶⁴. También, la transferencia de tecnología de la NASA llega a la consulta de los odontólogos: un nuevo sistema de láseres desarrollados por científicos de esta agencia espacial han sido probados ahora para blanquear las piezas dentales⁶⁵.

Pero tan importante como estas aplicaciones concretas ha sido que –como apunta Ploman- “gracias a la tecnología espacial ... hemos llegado a aprender nuevos métodos de desarrollo y operación de grandes sistemas, así como nuevos conceptos de los que el mejor ejemplo es el análisis de sistemas”.

El aterrizaje en la Luna exigía que los ocho millones de piezas de que se componía el Apolo XI y su lanzador debían funcionar al unísono, y que había que coordinar, en la que ha sido hasta ahora posiblemente la mayor empresa tecnológica, los esfuerzos de más de medio millón de personas. El resultado indirecto más importante de las operaciones espaciales ha sido la ingeniería de sistemas, que se define como “la disciplina profesional que subordina firmemente los medios a los fines, y así prepara el terreno para la aparición de una tecnología más humana y menos voluntariosa” (Calder, 1969, p.13).⁶⁶

5.8.6. La telemedicina⁶⁷

La telemedicina se practica haciendo la transferencia electrónica de datos médicos de un paciente desde un hospital a otro. Estos datos pueden ser imágenes de alta resolución, lectura de vídeo o cinta de los pacientes, datos de las constantes vitales, lecturas de instrumentación médica como cardiogramas y placas de rayos X, etc., lo que permite que cada vez más médicos especialistas puedan usar este recurso a distancia.

Para la transferencia de estos datos se pueden utilizar distintos tipos de instrumentación en el área de las telecomunicaciones, como las líneas normales de teléfono, transmisión vía satélite, vía fibra óptica, internet o intranet. Todo este servicio supone una reducción muy acentuada de los costes de transporte y tiempo, tanto del médico como del paciente, y mayor presteza a la hora de socorrer accidentes y atender emergencias. Además de todas las facilidades médicas, el servicio de telemedicina también permite la formación y educación de personal sanitario a distancia.

El mayor desarrollo tecnológico en telemedicina se realizó a partir –como ha investigado la astrofísica Nanci Sabalisk- de los años sesenta con los primeros satélites artificiales de comunicaciones y el inicio de la carrera hacia la Luna. La NASA invirtió un gran capital en el área, lo que impulsó el desarrollo de instrumentación

tanto para la comunicación vía satélite como para la medida en remoto de los parámetros físicos de los astronautas durante sus misiones y vuelos de práctica.

En 1971 se llevaron a cabo las primeras pruebas de comunicación vía satélite en telemedicina. El satélite *ATS-1*, lanzado por la NASA en 1966, comunicó entre sí 26 pueblos de Alaska, por iniciativa del *National Library of Medicine's Lister Hill National Center*. Entre 1972 y 1975, la NASA prestó asistencia médica a los Indios Papago en su Reserva indígena de Arizona utilizando técnicas de telemedicina (Proyecto STARPHAC⁶⁸). Estos ensayos tenían como objetivo probar instrumentación y técnicas que permitiesen el cuidado médico de los astronautas en sus misiones, así como proporcionar asistencia médica general a la reserva Papago. En 1989 la NASA estableció su primer programa internacional de telemedicina firmando con Armenia un convenio por el cual el centro médico de Yerevan podía realizar consultas televisivas a cuatro centros médicos de Estados Unidos.

5.8.7. Los deportes de aventura

También muchos deportes de aventura se han beneficiado de la conquista espacial, como lo ponía de manifiesto en el reportaje mencionado de *Documentos TV* Sebastián Alvaro Lomba, director de la también serie televisiva *Al filo de lo imposible*:

Hay una relación directa y muy positiva entre la carrera espacial y la evolución de diversos materiales, e incluso la innovación, porque hay materiales nuevos que ayudaron directamente, por ejemplo, a esa revolución que pocos años después de iniciada la carrera espacial se vive en el *alpinismo*. A partir de entonces, desde los Himalayas, con la conquista al estilo alpino de muchos de los *ochomiles*, hasta escaladas en roca que marcan un hito... (estoy pensando, por ejemplo, en la escalada de Cerro Torre, que se realiza después de haber subido el hombre a la Luna). Tenemos materiales nuevos, mucho más ligeros, más fiables, materiales que nos aíslan del calor y del frío, los *friends*, que los desarrolla un ingeniero de la NASA, los nuevos materiales como el titanio, las nuevas aleaciones que hacen que tengamos clavos, mosquetones, botas, muchos más ligeros...

Pero no sólo el *alpinismo* se beneficia de la investigación espacial. Alvaro Lomba también señala como beneficiarios de los logros espaciales otros deportes de aventura como el *parapente*, un deporte surgido de los primeros ensayos con paracaídas rectangulares realizados por la NASA en 1965 para la recuperación de sus ingenios espaciales.

5.8.8. Funeraria y turismo espaciales

El Espacio también se utiliza como funeraria. El satélite español *Minisat 01* llevaba, para ponerlas en órbita, las cenizas de 24 personas fallecidas, entre ellos los famosos Gene Roddenberry, el creador de la serie *Star Trek*, y Timothy Leary, el gurú de la cultura hippy en la década de los sesenta.

Por último, las agencias de viajes podrían incluir en breve interesantes ofertas turísticas en el Espacio y, más a largo plazo, quién sabe si podremos vivir en estaciones espaciales o, incluso, en otro planeta. De momento, ya se habla de "Vacaciones en la Luna" y la cadena Hilton planea levantar un hotel en el satélite terrestre para el próximo milenio. Ya sabemos que la ciencia ficción lo es hasta que deja de serlo.

5.9. Parámetros para medir el interés social por la astronomía

Al comienzo de este capítulo señalábamos las principales razones por las que el cielo y sus misterios nos han atraído siempre. En el apartado anterior apuntábamos algunas de las aplicaciones derivadas de la investigación astronómica y espacial. Ahora ofrecemos algunos datos indicadores del interés actual de la sociedad por estas ciencias.

En Estados Unidos, el interés astronómico es notorio y así se puso de manifiesto al comienzo de los noventa en el libro *The Decade of Discovery in Astronomy and Astrophysics*⁶⁹ (La década de los descubrimientos en astronomía y astrofísica), donde se recogían recomendaciones sobre futuras prioridades científicas. En el capítulo "Astronomy as a National Asset" (La astronomía como un valor nacional) se hacía hincapié en la importancia que estas ciencias tienen en el mantenimiento del liderazgo americano en ciencia y tecnología al inspirar vocaciones científicas entre los jóvenes y elevar el nivel de la cultura científica del público en general. En este mismo capítulo se recordaba la popular audiencia de la serie televisiva *Cosmos* (400 millones de telespectadores de 60 países), así como el éxito de ventas no sólo de este mismo libro, de Carl Sagan, sino también de *A Brief History of Time (Historia del Tiempo)*, de Stephen Hawking, durante dos años el libro más vendido según las listas del *New York Times*. Asimismo se destacaban, entre otros datos, los entonces 250.000 suscriptores a la revista de divulgación astronómica *Sky and Telescope* y los 100.000 visitantes al año que recibían los principales observatorios de Estados Unidos.

En lo que se refiere a España y para valorar la importancia que en nuestro ámbito tienen estas materias, debemos tener en cuenta los siguientes datos:

Actualmente existen 59 centros astronómicos en nuestro país, entre los que se encuentran institutos de investigación, observatorios y departamentos universitarios.⁷⁰

La instrumentación astronómica (telescopios ópticos e infrarrojos, radiotelescopios y otras instalaciones) se encuentra distribuida entre 19 observatorios, donde destacan,

con la mayor batería de telescopios, los Observatorios del Instituto de Astrofísica de Canarias.

El número de astrónomos profesionales en España asciende a más de 400, según la Sociedad Española de Astronomía (SEA). En el IAC trabajan cerca de un centenar de astrofísicos más 40 doctorandos⁷¹. La Unión Astronómica Internacional (IAU), el mayor foro astronómico del mundo, cuenta con 8.500 miembros pertenecientes a 61 países.

Durante el período 1993-1997, el área científica española más productiva internacionalmente fue la astrofísica (de un total de 21 campos), con el 4,13% de la producción científica mundial⁷². A 31 de diciembre de 1998, en el Instituto de Astrofísica de Canarias se habían publicado 1.093 artículos en revistas internacionales con árbitro y leídas 112 tesis doctorales.

El fenómeno de la astronomía *amateur* ha alcanzado un desarrollo espectacular en los últimos años. Actualmente existen unas 140 agrupaciones de astrónomos aficionados repartidos por toda la geografía española.

Sin duda, uno de los parámetros para medir el interés social por las cuestiones del Universo es su presencia actual en los medios de comunicación, muy acusada especialmente en la prensa española, como demostraremos en este trabajo.

A continuación destacamos otros indicadores del interés popular por la astronomía, ilustrados muchos de ellos con ejemplos locales y relacionados con el IAC:

La asistencia de público a “movidas” astronómicas organizadas con motivo de eventos astronómicos. Ejemplos:

- 60.000 personas en la Fiesta de las Estrellas de la Playa de las Teresitas para ver el cometa *Halley* en 1986.
- 2.000 personas en el Museo de la Ciencia y el Cosmos conectado al Observatorio del Teide para ver en directo el impacto del cometa *Shoemaker-Levy* con Júpiter en 1994.
- 50.000 personas en distintos puntos de España (5.000 en la playa del Puertito de Güímar, en Tenerife) para observar de forma simultánea el cometa *Hyakutake* en 1996.

El éxito de convocatorias solidarias con la astronomía. Ejemplos:

- Apagón general en la isla de La Palma en 1986.
- Apagón general en toda la provincia de Santa Cruz de Tenerife y algunos municipios de Las Palmas en 1995.

La participación en concursos astronómicos:

- 491 dibujos y 324 fotos (112 en Internet) en el concurso "El Cometake, ¡agárralo como puedas!".

Las visitas a los observatorios astronómicos y a los planetarios. Ejemplo:

- Más de 13.000 personas visitaron los Observatorios del IAC en 1998.
- Más de 60.000 personas visitaron el Museo de la Ciencia y el Cosmos en 1998.

La colaboración a través de Internet en proyectos astronómicos:

- Un millón de personas colaboran con sus ordenadores personales en la búsqueda de inteligencia extraterrestre en el marco del Proyecto SETI.

La impartición en centros de Secundaria y Bachillerato de la Optativa "Iniciación a la Astronomía". Ejemplos:

- Para el Curso 1997/98 se impartió en 43 Centros de Secundaria y 2 de Bachillerato de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- Matriculados más de 1.400 alumnos en el curso 98-99 en Canarias.

El incremento en la demanda de cursos de divulgación de la astronomía. Ejemplo:

- Más de 150 alumnos en el curso "La Astronomía en Canarias", organizado en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife.

5.10. La astronomía en otros contextos

Hoy en día, la astronomía está presente en nuestra vida cotidiana de muchas formas. Su terminología trasciende los límites de la propia ciencia. Cada vez es más frecuente encontrar usos de términos y expresiones astronómicas en contextos diferentes al propio, a veces de dudosa justificación. Veamos a continuación una selección

anecdótica de ejemplos, algunos extraídos de titulares de prensa, de esta relación entre astronomía y otros campos, como la economía, la literatura y la publicidad, entre otros.

5.10.1. En el ámbito socioeconómico

En la prensa española encontramos que *Big Bang* puede ser no sólo una teoría sobre el origen del Universo, sino también un término referido a la liberalización del mercado financiero, además de un sistema electrónico para coches de *rallye*.

Se descubren *agujeros negros* tanto en economía como en el cosmos. También puede haber *agujeros negros* en la Constitución española, refiriéndose a la ausencia en su articulado de algunos derechos.

La frecuencia de grandes cometas en los últimos años ha dado pie a que algunos comentaristas en sus columnas periodísticas hayan recuperado, con humor, las teorías medievales acerca del influjo del paso de un cometa para justificar ciertas conductas políticas. No digamos ya con el último eclipse total de Sol del milenio.

5.10.2. En la literatura

La relación entre astronomía y literatura es un tema de por sí objeto de posibles tesis doctorales. Nosotros aquí sólo pretendemos esbozarlo como continuación a la introducción con que iniciábamos este trabajo y en consonancia con la interdisciplinariedad que defendemos. Agradecemos al respecto la colaboración de la Dra. Begoña de Luis, profesora de Astrofísica de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) y experta en este tema.

Dejando al margen el género de la ciencia ficción y como sugeríamos cuando hablábamos de estrategias para la divulgación científica, vemos que la literatura puede ser un medio válido de acercarse a la astronomía. "Son numerosos -señala Begoña de Luis- los escritores cuyas preocupaciones por el mundo astrofísico les han llevado a estudiar los fenómenos o simplemente describirlos en su obra literaria. El mundo de los astros interesa desde siempre al individuo y al artista, ya que según la

investigación sobre el origen del Universo y, por tanto, del hombre como realidad, es parte de la inquietud del ser humano desde el inicio de los tiempos"⁷³.

Uno de esos escritores es el nicaragüense Ernesto Cardenal, poeta, sacerdote y ex ministro de Cultura de Nicaragua. En su obra poética *Canto Cósmico*, compuesta de 43 cantigas, se mezclan temas humanos, políticos, religiosos, filosóficos, míticos y científicos. Como buen aficionado a la astrofísica, Cardenal introduce en su libro modelos que se corresponden con las teorías científicas más aceptadas en la época en que lo escribió, "aunque a veces hay extrapolaciones y conceptos confusos"⁷⁴, observa Begoña de Luis. Así, la teoría del *Big bang*, por ejemplo, aparece en "La Cantiga 1":

*En el principio fue una gran explosión,
pero no una explosión desde un centro hacia afuera,
sino una explosión simultánea dondequiera, llenando
todo el espacio desde el principio, toda partícula
de materia apartándose de toda otra partícula.*⁷⁵

El *Canto Cósmico* no es un ejemplo único de la interacción astrofísica-literatura. Ya mencionamos los casos de Dante, Poe, Alberti, Borges y Cortázar. La astrofísica también es medio de pensamiento y tema literario en Italo Calvino (*Palomar, Las Cosmicómicas*), Severo Sarduy (*Big Bang*), Reynaldo Arenas (*El reino de Alipio*), y entre los españoles: Federico García Lorca (como puso de manifiesto el programa del Planetario del Parque de las Ciencias de Granada con motivo del centenario del nacimiento de este autor) o Juan Ramón Jiménez (descripción de un eclipse en *Platero y yo*).

Jean-Paul Sartre hizo una descripción muy personal de la entrada en un agujero negro:

*...Entro en el agujero negro. Al ver cómo la sombra a mis pies se pierde en la oscuridad, tengo la impresión de sumergirme en agua helada. Ante mí, muy al fondo, a través de todas las capas de negro, puedo distinguir un cierto resplandor rosado... Dejo de escuchar. Tengo frío, las orejas me duelen, deben de estar todas rojas, pero ya no me siento a mí mismo; estoy dominado por la pureza que me rodea; no hay nada vivo, el viento silba, las líneas rectas desaparecen en la noche.*⁷⁶

Rafael Alberti, quizá porque tuvo la ocasión de asistir a las dos últimas visitas del cometa *Halley*, la de 1910 y la de 1986 (ésta desde Tenerife), escribió una "Elegía del

cometa Halley"⁷⁷. En este poema, refiriéndose a la cola del cometa, producida por el viento solar que libera los gases del núcleo cometario, Alberti dice:

*Del mar de Cádiz, Sofía,
saltaba su cabellera.
¡Ay, quién se la peinaría!*

Y en otro momento:

*Como un escarpidor fino
salí a la ribera mía.
¡Suéltale la cauda, madre,
que se la peine Sofía!*

En *La Arboleda Perdida*, Alberti no descartaba estar presente cuando el cometa Halley volviera a visitarnos, lo que ocurrirá en el año 2062.

He aquí esos cuatro versos de un poema anónimo⁷⁸, escrito quizá por un astrónomo frustrado:

*Twinkle twinkle little quasi-star,
Now we wonder just what you are.
With such boundless energy,
Didn't God say that you should not be?*

*(Brilla, brilla, pequeña casi-estrella
ahora nos preguntamos qué eres exactamente,
con tal energía sin límites?
¿no dijo Dios que no deberías existir?)*

No quisiéramos dejar de citar un poema titulado "Una estrella", de Baldomero Fernández Moreno, un poeta argentino contemporáneo.

*Un punto imperceptible
en el cielo amatista
casi menos que un punto
creación de mi vista
tuvo aún que esperar
apretada en capullo
a que se hiciera toda la sombra
en torno suyo.
Entonces, se agrandó
se abrió como una flor
una férvida plata
cuajóse en su interior
y embriagada de luz
se puso a parpadear
No tenía otra cosa que hacer*

más que brillar.⁷⁹

5.10.3. En la publicidad

Una clara manifestación del prestigio de la ciencia en la opinión pública es el uso que la publicidad hace de ella, utilizando argumentos científicos o la terminología del campo en sus campañas. De nuevo sugerimos trabajos de investigación relacionados con este tema, que aquí únicamente ilustramos con algunos ejemplos astronómicos.

Que la publicidad se sirve de la astronomía lo vemos claramente en el ejemplo del *Grupo Endesa*, que no tiene reparos en asociar su nombre con el anteriormente mencionado *Big Bang*: "Cada día, millones de universos se ponen en marcha en dos continentes. Con la fuerza de Endesa" es el texto publicitario que puede leerse sobre una página de fondo negro y con lo que pretende simular el *Big Bang* en la parte superior. *Endesa* repite motivo astronómico utilizando un cometa: "La intensidad de un cometa depende de los componentes que lo formaron" o "La primera compañía eléctrica de España es la más brillante" dicen los textos de algunos anuncios de esta empresa eléctrica española.

En mayo de 1996, leíamos en la prensa que los astronautas rusos de la estación *Mir* filmaban el anuncio de un refresco (*Pepsi Cola*), mientras que astronautas estadounidenses probaban un dispensador de *Coca Cola* en el transbordador *Endeavour*.

Quasar puede ser un nombre atractivo para un nuevo agua de colonia de *Jesús del Pozo*. ¿Por qué no? Estos enigmáticos objetos -los *cuásares*- también resultan muy atractivos para los astrónomos.

"Láncese al ahorro más astronómico" acompañaba a la imagen de dos conocidos humoristas españoles vestidos de astronautas en una nave espacial. Con esta publicidad, la marca de automóviles *Citroën* anunciaba una oferta de venta.

Sony utiliza imágenes de la Luna y del Sol en la publicidad de su nuevo *super Trinitron*. Con el eslogan “el primer televisor capaz de adaptar automáticamente su imagen a cualquier tipo de luz ambiental”.

“¿Están todas sus estrellas correctamente alineadas?” dice con clara alusión deportiva un anuncio de *Andersen Consulting*, basándose en el hecho de que “una organización necesita algo más que personas brillantes para conseguir excelentes resultados”.

La Caixa promociona sus tarjetas de crédito con frases como “Puntos estrella, universo de regalos”, con supuestas constelaciones en un cielo estrellado.

La empresa OSRAM invita a probar “las fuentes de luz más económicas del Universo”, refiriéndose a su nuevo modelo de bombillas.

“¿Quién nos está robando las estrellas?” es el atrayente reclamo publicitario de una empresa de luminotecnia italiana que hace así campaña a favor de la oscuridad de la noche.

Años *luz* puede ser, además de una unidad de distancia astronómica, el nombre de una agencia de viajes.

Los Observatorios del IAC, así como las imágenes astronómicas, son muchas veces requeridos para formar parte de campañas publicitarias.

5.10.4. En la música

Aunque William Herschel fue un eminente músico, además de conocido astrónomo, la obra con motivo astronómico más célebre dentro de la música es, sin duda, *Los Planetas*, de Gustave Holst.

La música pop también incorpora cada vez más referencias astronómicas: “Walking on the Milky Way”, del grupo *Maniobras Orquestales en la Oscuridad*; “Astronomía Razonable”, álbum y canción del grupo español *El último de la fila*; “Space” de la cantante israelí Noa; “Big Bang”, del grupo español de *acid jazz Orgasmical*; o el

propio nombre del grupo granadino de música *indie* *Los Planetas*,... hasta en el flamenco de Camarón de la Isla encontramos letras astronómicas (“...Voy siguiendo una a una/ las estrellas de los cielos/ entre rojas y amarillas/ ... /El mundo, un grano de polvo/ en el espacio./ La ciencia de los hombres, palabras/ ...” “*La falsa moneda*”, *bulerías*).

5.10.5. En el cine

Las *estrellas* referidas al cine constituyen una archiconocida metáfora sobre cuyo origen nos informa Cabrera Infante en un capítulo de su libro *Cine o Sardina*:

Sucede que Barbara Stanwyck no es sólo una gran actriz sino una gran estrella. La palabra estrella es un invento del cine que se usa ahora hasta en política, donde los ángeles no se aventuran pero los incapaces dan traspiés y se llaman errores de recorrido. La famosa frase “Más estrellas que las que hay en el cielo”, usualmente atribuida al jefe de la Metro Louis B. Mayer, no es de Mayer sino de un publicitario del estudio. Inclusive la categoría de estrella fue el invento de otro publicitario, esta vez del cine mudo, pero no se vino a popularizar hasta los años treinta, en el apogeo del cine hablado.⁸⁰

Y en otro capítulo:

Garbo, como en la frase “la gran Garbo” es la invención de un publicista particularmente dotado de la primitiva Metro-Goldwin-Mayer, el mismo que inventó la hipérbole astronómica que declaraba que en el estudio “había más estrellas que en el cielo”. En ese firmamento iba a brillar como una supernova Greta Garbo.⁸¹

1998 fue un año de cine de ciencia ficción como *Deep Impact* y *Armageddon*, que pasaron a engrosar la lista de películas sobre meteoritos y otras amenazas cósmicas tan del gusto del cine americano.

Como curiosidad, *The quasar of rock* iba a ser el título de una película biográfica del cantante Little Richard.

5.10.6. En la televisión

Programas de televisión llevan por título expresiones o términos astronómicos, algunos oportunistas como el de “Hale-Bopp”, estrenado en mayo de 1997, del que se decía “con grandes estrellas de la música”. O el titular que decía “TVE1 estrena Hale Bopp,

un desfile de aspirantes a estrellas". Siguiendo con la moda de los cometas, La 2 de TVE estrenó en el verano de 1998 un programa juvenil llamado "Hyakutake", cuyos presentadores se denominan a sí mismos "hyakureporteros".

5.10.7. En el deporte

En el contexto deportivo, ya se sabe que se manejan cantidades *astronómicas* en los contratos futbolísticos y que *una estrella fugaz* puede ser un buen titular para referirse a un fichaje *estrella* de un equipo de fútbol como el *Club Deportivo del Tenerife*.

Un hotel de Maspalomas distinguió al ajedrecista de élite Gari Kaspárov con el título de "Estrella del Universo", en referencia a los millones de aficionados de todo el mundo que siguieron un torneo de ajedrez a través de internet y otros medios.

5.10.8. En el arte

Ya hemos visto cómo el Museo de la Ciencia y el Cosmos ha albergado en varias ocasiones exposiciones de pintura con motivos astronómicos.

Una exposición titulada "Sputnik"- "compañero de viaje", del fotógrafo Joan Fontcuberta en la Fundación Arte y Tecnología de Madrid, quien inventa una historia gráficamente documentada sobre un cosmonauta ruso que no volvió de una misión de ensamblaje de los módulos *Soyuz 2* y *Soyuz 3* en el espacio y que el Gobierno soviético pretendió ocultar.

El pintor neoexpresionista alemán Anselm Kiefer expuso en Madrid inspirado en la astrofísica.

Vinculados al Instituto de Astrofísica de Canarias han trabajado varios artistas españoles, entre ellos los escultores Gotzon Cañada y Blanca Muñoz.

También los cómics y las viñetas de humor de periódicos y revistas empiezan a reflejar el interés por la astronomía y su presencia en la vida cotidiana.

5.10.9. Otros usos

El Casino Gran Madrid presenta "Lluvia de estrellas", la metáfora para referirse al show homenaje a los mejores artistas.

Las Perseidas pueden ser, además de una famosa lluvia de meteoros, una compañía de teatro de Canarias.

Onda Cero, una de las primeras cadenas de radio españolas que accedió a Internet, fue galardonada en julio de 1996 con el *Premio Halley* de ese año, que concede el Instituto de Artes y Tecnologías de la Universidad de San Francisco.

NOTAS

- ¹ Véase sobre este tema **MARTOS RUBIO, Alberto**. *Historia de las Constelaciones. Un ensayo sobre su origen*. Tomo I. Equipo Sirius. Madrid, 1992.
- ² Idea original del astrofísico del IAC Juan Antonio Belmonte.
- ³ Como prueba, este titular: “La nebulosa de Orión aporta pistas sobre el origen de la vida”, *El País*, 31/7/98.
- ⁴ Carta pública que dirigió Pedro Laín Entralgo a Manuel Calvo Hernando, recogido en **CALVO HERNANDO, Manuel**. *Periodismo Científico*. Editorial Paraninfo. Madrid, 1992. Pág. 13.
- ⁵ **FERNÁNDEZ-RAÑADA, Antonio**. *Los muchos rostros de la ciencia*. Premio Internacional de Ensayos Jovellanos 1995. Ediciones Nobel. Oviedo, 1995. Pág. 102.
- ⁶ **SÁNCHEZ MARTÍNEZ, Francisco**. “Astrofísica, investigación y enseñanza”, conferencia pronunciada en el curso “La docencia de la Astronomía en Enseñanzas Medias: un curso de apoyo al profesorado”, organizado por el IAC y la Sede de la UIMP en Tenerife, del 3 al 7 de marzo de 1997, en Santa Cruz de Tenerife.
- ⁷ *Ibidem*.
- ⁸ **APARICIO JUAN, Antonio, y SALVADOR VENTURA, Francisco**. “Astronomía y astrología en Isidoro de Sevilla”, en *Florentia Iliberritana, Revista de Estudios de Antigüedad Clásica*. (Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada). N. 6, 1995. Págs. 55-60.
- ⁹ *Ibidem*. Pág. 57.
- ¹⁰ *Ibidem*. Pág. 59.
- ¹¹ Recogido en **ABETTI, Giorgio**. *Historia de la Astronomía*. Trad. por Alejandro Rossi. Fondo de Cultura Económica (Breviarios 118). México-Buenos Aires, 1966, 2ª edición. (e.o. 1949). Pág. 143.
- ¹² **BRENNAN, Richard P.** *Diccionario Básico para la Actualidad Científica*. (Dictionary of Scientific Literacy). Trad. por Luis Bou. Celeste Ediciones. Madrid, 1994 (e.o. 1992). Pág. 27.
- ¹³ *Ibidem*.
- ¹⁴ *Ibidem*. Pág. 26.
- ¹⁵ *Ibidem*.
- ¹⁶ Idea expuesta en **BELMONTE, Juan Antonio**. *Las Leyes del Cielo. Astronomía y civilizaciones antiguas*. Ediciones Temas de Hoy. Madrid, junio de 1999, 1ª edición. Pág. 25.
- ¹⁷ *Diccionario del uso del español María Moliner*. Editorial Gredos. Madrid, 1986.
- ¹⁸ *Diccionario ideológico de la Lengua Española Julio Casares de la Real Academia Española*. Editorial Gustavo Gili. Barcelona, 1984, 2ª edición.
- ¹⁹ *Vocabulario científico y técnico*, de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Espasa Calpe. Madrid, 1996, 3ª edición.
- ²⁰ Nos referimos a las ondas electromagnéticas que llegan a la Tierra procedentes de los cuerpos celestes. El espectro electromagnético es la gama de longitudes de onda de una sección determinada de radiación electromagnética. La secuencia de menor a mayor longitud de onda es la siguiente: rayos gamma (γ), rayos X, ultravioleta, visible, infrarrojo y radio. El espectro de la luz solar (rango visible del espectro) va desde el rojo (longitud de onda larga) hasta el violeta (longitud de onda corta) y corresponde a lo que el ojo humano puede ver.
- ²¹ *Ibidem*.
- ²² **ROOM, Adrian**. *Dictionary of astronomical names*. Routledge. London, 1988. Pág. 32.
- ²³ *The Oxford English Dictionary*. Oxford Carendon Press. Oxford, 1989, 2ª edición.
- ²⁴ *Ibidem*. 1890: Sat. Rev. 9 Aug 176/6. “The new science of ‘Astrophysics’”.
- ²⁵ *Ibidem*. 1869: E. DUNKIN. *Midnight Sky*. 201. “As a subject for the investigations of the astro-physicist, the examination of the luminous spectres of the heavenly bodies has proved a remarkably fruitful one”.
- ²⁶ A.J. Meadows, en *The general History of Astronomy*. Vol. 4-A. Astrophysics and twentieth-century astronomy to 1950. Cambridge University Press, 1980. Reseña en Sección Libros. *Investigación y Ciencia*, septiembre de 1985. Pág. 100.
- ²⁷ **MITTON, Jacqueline**. *A concise dictionary of Astronomy*. Oxford University Press. Oxford, 1991. Texto en inglés: “The physical theory of astronomical objects and phenomena. The term was introduced in the nineteenth century to draw a distinction between the application of physics to interpret observations and the recording of positions, movements and phenomena that characterized astronomy of an earlier era. Thus it encompasses topics such as the structure and stability of stars, the propagation of electromagnetic radiation in space and the production of spectra, nuclear processes in stars and applications of gravitational theory.”
- ²⁸ Sobre este punto volveremos en la Segunda Parte.
- ²⁹ **SÁNCHEZ, Francisco**. “Astrofísica en España”, en *Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics*. IOP Publishing and Macmillan Publishers Ltd. (En preparación).
- ³⁰ *Ibidem*.
- ³¹ *Ibidem*.
- ³² *Ibidem*.
- ³³ **PUIG SAMPER, Miguel Ángel, y PELAYO, Francisco**. *El viaje del astrónomo y naturalista Louis Feuillée a las Islas Canarias (1724)*. Prólogo de Arnoldo Santos Guerra. Ayuntamiento de La Laguna. Centro de Cultura Popular Canaria (Colección Taller de Historia). Tenerife, 1997.
- ³⁴ Hipotética sustancia que formaba parte de todos los materiales combustibles.
- ³⁵ Este cometa volvió a pasar por Canarias en 1986, y los Observatorios del IAC se unieron al Programa Internacional para su observación.
- ³⁶ **SÁNCHEZ, art. cit.**
- ³⁷ **ABETTI, op. cit.** Págs. 335-336.

- ³⁸ Documentación extraída de la página web en Internet del IAC: <http://www.iac.es/gabinete/hist/six.html>
- ³⁹ La tesis doctoral titulada “Contribución al conocimiento del Medio Interplanetario por fotometría y polarimetría de la Luz Zodiacal”, presentada por Francisco Sánchez en junio de 1969, en la Universidad Complutense de Madrid, es la primera tesis de astrofísica realizada en España. Sánchez impartió en la Universidad de La Laguna un curso de doctorado sobre “Física del Medio Interplanetario”, que marcó el inicio de la enseñanza de la astrofísica en esta universidad, y en 1972 obtiene la primera Cátedra de Astrofísica de España.
- ⁴⁰ En ese mismo año, a través de un proyecto de investigación del Fondo IBM, para construir un telescopio multicanal automático, entra en Canarias el primer ordenador.
- ⁴¹ Este proyecto fue cancelado posteriormente por falta de financiación, como ya se ha mencionado.
- ⁴² **DEL PUERTO, Carmen.** “*Apaga una luz y enciende una estrella*”. Campañas de divulgación científica promovidas por el Instituto de Astrofísica de Canarias”, en el I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia, celebrado en Granada, del 25 al 27 de marzo de 1999.
- ⁴³ La siguiente cronología arranca en 1985, aunque ello no significa desmerecer toda la difusión cultural realizada previamente, la cual tuvo su mérito por intentarse en épocas más difíciles, con menos medios que en la actualidad, sin apoyos institucionales y para una sociedad no tan sensibilizada hacia los temas científicos.
- ⁴⁴ Datos de la comunicación **GARCÍA DE LA ROSA, J.I. y otros** (entre ellos **DEL PUERTO, C.**). “The Instituto de Astrofísica de Canarias’ efforts to publicise Astronomy”, en el Coloquio N. 98 de la IAU sobre “The Contribution of Amateur Astronomers to the Astronomy”. París, 19-25 de junio de 1987.
- ⁴⁵ *El País*, 22/7/94.
- ⁴⁶ **SÁNCHEZ MARTÍNEZ, Francisco.** “La Astronomía, experiencia en marcha de un turismo cultural en Canarias”, en un texto preparado con motivo de un congreso de tour-operadores celebrado en Tenerife en 1997.
- ⁴⁷ Dato facilitado por el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife.
- ⁴⁸ Datos a 31 de diciembre de 1998.
- ⁴⁹ Esta documentación, al igual que la información sobre otras aplicaciones de la astronomía y del espacio (telemedicina, ...), nos ha sido proporcionada por la astrofísica Nanci Sabalisk.
- ⁵⁰ “Productos made in space”, en *Muy Interesante*, N. 171. Agosto de 1995.
- ⁵¹ **PLOMAN, Edward W.** *Satélites de comunicación. Inicio de una nueva era.* (Communication Satellites). Trad. por José Mata. Editorial Gustavo Gili (GG MassMedia). Barcelona, 1985. Pág. 18.
- ⁵² Para más información, véase **SIMONNEAU, Eduardo.** “De la astronomía al escáner”, en *IAC Noticias*, N. 2-1997. Págs. 13-15.
- ⁵³ Para más información, véase “OFTACROM, un instrumento de aplicaciones oftalmológicas desarrollados en el IAC”, en *IAC Noticias*, N. 5. Octubre de 1987. Pág. 7.
- ⁵⁴ Para más información, véase **GONZÁLEZ DE LA ROSA, Manuel.** “El Evaluador Perimétrico DELPHI”, en *IAC Noticias*, N. 21. Noviembre de 1991. Págs. 12 y 13.
- ⁵⁵ Para más información, véase **GONZÁLEZ MORA, José Luis.** “La neurotransmisión, monitorizada en tiempo real con técnicas de voltametría “in vivo””, en *IAC Noticias*, N. 2-1993, Págs. 12 y 13.
- ⁵⁶ El primer cohete fue lanzado por el estadounidense Robert Hutchings Goddard en 1926. El *Sputnik* también fue el primer cuerpo artificial enviado fuera de la Tierra que no regresó.
- ⁵⁷ El novelista de ciencia ficción Arthur Clarke lo predijo en 1945.
- ⁵⁸ **M-H.** Enciclopedia *Historia Gráfica del Siglo XX*. Ediciones Urbión. Madrid, 1982. Tomo 6. Pág. 238.
- ⁵⁹ *Ibidem*. Pág. 244
- ⁶⁰ **PLOMAN, op. cit.** Págs. 20-21.
- ⁶¹ *Ibidem*. Ploman también apunta el sistema de telemetría biológica utilizado en los hospitales, última aplicación que se cita en *Muy Interesante*.
- ⁶² *Ibidem*.
- ⁶³ *Ibidem*.
- ⁶⁴ *Abc*, 16/5/97.
- ⁶⁵ *Abc*, 22/11/96.
- ⁶⁶ **PLOMAN, op. cit.** Pág. 19.
- ⁶⁷ Información extraída del Trabajo de Curso de Tercer Ciclo/1998 de Nanci Sabalisk titulado “Telemedicina”.
- ⁶⁸ *Space Technology Applied to Rural Papago Advanced Health Care.*
- ⁶⁹ *The Decade of Discovery in Astronomy and Astrophysics.* Editado por el National Research Council. National Academy Press. Washington, D.C., 1991. Págs. 121-134.
- ⁷⁰ Para más información, consúltese la dirección de Internet de la Sociedad Española de Astronomía (SEA) en: <http://sea.am.ub.es/AstroES/ListaCen.html>
- ⁷¹ Datos de la Memoria del IAC correspondiente al año 1998.
- ⁷² Datos del *Institute for Scientific Information (ISI)*, de Philadelphia, Pennsylvania, US.
- ⁷³ **DE LUIS FERNÁNDEZ, M. Begoña.** *Astrofísica y Literatura.* “*El Canto Cósmico de Ernesto Cardenal*”. Asociación de profesores Jubilados de Escuelas Universitarias. Madrid. Pág. 4.
- ⁷⁴ **DE LUIS FERNÁNDEZ, op. cit.** Pág. 5.
- ⁷⁵ Recogido en **DE LUIS FERNÁNDEZ, op. cit.** Pág. 9.
- ⁷⁶ Recogido en **CHAISSON, Eric.** *Relatividad, agujeros negros y el destino del Universo* (Relatively speaking, relativity black holes, and the fate of the Universe). Trad. por Neus Gali. Plaza & Janés Editores/Muy Interesante. Barcelona, 1990. Pág. 11.
- ⁷⁷ **GONZÁLEZ ÁLVAREZ, Joaquín, y DE LUIS FERNÁNDEZ, M. Begoña.** “Lo científico en la poesía de Rafael Alberti” en *A Distancia*, revista de la Universidad Nacional de Educación a Distancia. Cuadernos de Cultura. Otoño de 1993. Págs XVI-XVIII.
- ⁷⁸ Poema facilitado por Mark Kidger.
- ⁷⁹ Poema facilitado por Itziar Anguita.
- ⁸⁰ **CABRERA INFANTE, Guillermo.** *Cine o Sardina.* Ediciones Santillana. Extra Alfaguara. Madrid, 1997. Págs. 92- 93.
- ⁸¹ *Ibidem*. Pág. 103.

6. LA INTERACCIÓN ENTRE LENGUAJES

En este capítulo analizaremos la interacción entre el *lenguaje científico* (en especial, el *lenguaje de la astronomía*) y el *lenguaje periodístico*, cuyo resultado responde a lo que Bertha Gutiérrez Rodilla, autora de un libro sobre la relación entre lenguaje y ciencia, llama *lenguaje de divulgación*¹. (Optamos por esta denominación práctica, con independencia del debate sobre si el periodista científico debe informar y divulgar a la vez y que ya analizamos en un capítulo anterior).

No podíamos cerrar esta Primera Parte sin hacer hincapié en esta simbiosis, dado que algunas de nuestras hipótesis se basan en el *lenguaje*, considerado aquí algo más que el sistema de signos perfectamente estructurados que postulara Ferdinand de Saussure en 1916. Entre estas hipótesis destaquemos una: en la oscuridad del lenguaje que los científicos usan indiscriminadamente se esconde, en parte, la causa del “miedo” o “rechazo” que mucha gente siente por la ciencia y la tecnología.

En primer lugar abordaremos la cuestión de cómo se adaptan las distintas modalidades de expresión a las circunstancias de la comunicación, con el correspondiente cambio de registro, y partiremos de una definición necesaria de los *lenguajes especializados* que, aunque diferenciados, se integran en el *lenguaje* o *lengua común*. Estos lenguajes tienen sus orígenes en la división del trabajo, en la especialización en un campo determinado del saber y en la necesidad de la intercomunicación entre expertos, según Amelia Irazzábal², del CINDOC³.

Ejemplo de lenguaje especializado es el *lenguaje de la ciencia*, al que también nos referiremos indistintamente como *lenguaje científico* y *técnico*⁴. En él reside uno de los frenos que dificultan la divulgación y que ya presentamos como problema del periodismo científico: su terminología. Nuria Amat dice que la ciencia, “para proteger su legitimidad”, “impone sus modelos, su jerga particular, un lenguaje propio, ininteligible para el no experto, que además de protegerla la separa cada vez más de otras disciplinas”.⁵ Nosotros pensamos que, en gran medida, este comentario crítico no carece de fundamento.

Sin embargo, aquí defenderemos la idea de que el lenguaje científico puede perder algo de oscuridad, como resultado de la interacción que da título a este capítulo. Los periodistas están obligados a hacer más atractivas las cuestiones científicas utilizando el lenguaje como herramienta. Gracias a las metáforas con que a veces se expresa la ciencia y a la pericia de un buen divulgador, que entre otros puede ser tanto un científico como un periodista, es posible que los no expertos lleguen a entender complejos pero fascinantes conceptos científico-técnicos.

Mantenemos que el pensamiento científico no se puede desligar del lenguaje y que algunos de los problemas conceptuales de la ciencia podrían estar relacionados con su terminología. A su vez, el lenguaje científico se ha ido adquiriendo históricamente con el progreso científico y siempre ha estado vinculado a la lengua dominante en el lugar de los descubrimientos.

Asimismo, de acuerdo con nuestro planteamiento multidisciplinar, comentaremos que existe una estrecha afinidad entre terminología⁶ y ciencias de la información (también con documentación). Estos campos, relativamente jóvenes, persiguen el mismo fin último de facilitar la comunicación especializada, sometiendo el lenguaje a procesos de normalización para conseguir una mayor efectividad.⁷

A continuación se tratan estos aspectos y otros no menos importantes del lenguaje, como su inercia frente a nuevos términos y cambios estructurales, la invasión de neologismos necesarios y anglicismos irremediables, la falta de normalización en la terminología científica y el consiguiente perjuicio para el idioma, descuidado por los medios de comunicación y amenazado especialmente en el *ciberespacio*.

También analizaremos el resultado de las encuestas realizadas entre astrónomos y periodistas sobre distintos aspectos, como la conveniencia, que no todos comparten, de normalizar la terminología científica (astronómica en nuestro caso), que no debemos confundir con la nomenclatura: la primera se somete a las reglas de la propia lengua; la segunda, a las reglas convencionales de cada campo. Si bien para la mayoría de los encuestados es factible su control, algunos no comparten esta idea, que consideran equivocada, imposible y contraria a los principios mismos de la

lingüística. Es más, refiriéndose a la terminología astronómica, piensan que sólo partiendo de una base de datos de citas, que abarque todo el vocabulario astronómico en castellano hasta el presente -un objetivo obviamente a largo plazo- y acumulando ejemplos de uso de términos durante, al menos, los últimos 50 años, podrá confeccionarse un diccionario válido de la terminología astronómica actual. "Hacer lo contrario, lamentando la falta de estandarización, es perder el tiempo de todos e ignorar el hecho fundamental de que una lengua es propiedad de la comunidad que la usa, y no de unos pocos (y equivocados) reformadores"⁸, advierte el astrónomo del IAC Terence Mahoney, responsable de la actualización de terminología astronómica en la tercera edición del *Oxford English Dictionary*.

Sin dejar de considerar estas legítimas objeciones, defenderemos en el presente capítulo la necesidad de cierta normalización lingüística que satisfaga al mayor número posible de usuarios y que facilite así la comunicación entre ellos. Una necesidad que, en el caso del castellano, también se plantea al traducir los nuevos términos científicos y técnicos del inglés en los diferentes países hispánicos. Y aquí el escepticismo es mayor: ¿Quién va a imponer la uniformidad a todo el mundo hispanohablante? De momento, "aunque hay intentos encaminados a la consecución de una única traducción, válida para todos los hispanohablantes, hasta la fecha no son demasiados los logros en este sentido, lo que ensombrece el futuro de nuestra lengua en el ámbito de la ciencia"⁹, advierte Gutiérrez Rodilla.

6.1. El lenguaje especializado y la dimensión comunicativa

En cualquier proceso de comunicación de un mensaje entre un emisor y un receptor interviene un lenguaje, que para el éxito de la comunicación debe ser compartido. Juan C. Sager, del Instituto de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Manchester y autor de uno de los manuales clásicos sobre terminología, señala que, en este proceso, "el emisor, que se ha basado en presuposiciones sobre el conocimiento del receptor y en suposiciones sobre sus expectativas, primero decide su propia intención, y después selecciona elementos de su propio depósito de conocimiento,

escoge un lenguaje adecuado, codifica los elementos en un texto y transmite el mensaje completo al receptor”¹⁰. La comunicación habrá sido perfecta siempre que el estado de conocimiento del receptor al término del proceso se corresponda realmente con lo que fue la intención del emisor al crear el mensaje.

En un modelo de comunicación especializada (el que se da dentro del mismo campo temático o área de conocimiento entre especialistas de una disciplina), esta intención del emisor es la de “informar al receptor en el sentido de aumentar, confirmar o modificar el estado actual de su conocimiento”¹¹. (Adelantemos aquí que los textos científicos y los textos periodísticos, si bien son tipos de mensaje diferentes, comparten una idéntica misión: “informar”).

En este contexto surge el *lenguaje especializado*, un “subsistema lingüístico seleccionado por un individuo cuyo discurso se centra en un campo temático en particular”¹² o, también, “el área de la lengua que aspira a una comunicación unívoca y libre de contradicciones en un área especializada determinada y cuyo funcionamiento encuentra un soporte decisivo en la terminología establecida”¹³. En cuanto a esta terminología, es importante que términos y expresiones estén normalizados y aceptados por los interlocutores, “puesto que el término normalizado presupone un entendimiento absoluto de su definición”.¹⁴

Sin embargo, de nuevo en palabras de Sager, “cuando un emisor no conoce al receptor ni su grado de especialización, sólo puede inferir -a partir de la situación a qué clase general de individuos pertenece, por ejemplo ‘profanos en la materia’, ‘profesionales’, y guiarse por la norma social¹⁵ en relación a la realización lingüística del conocimiento que deberá utilizar para formular su mensaje”.¹⁶

De ahí la importancia de registrar sin demora los nuevos términos que surjan, de aclarar y determinar su significado exacto y de promover su uso entre los interesados. “La lengua sólo dispone de una reserva limitada¹⁷ de elementos para nombrar los millones de conceptos ya existentes cuyo número se ve incrementado continuamente”¹⁸. En la actualidad, la principal fuente de léxico en el lenguaje estándar proviene del mundo de la ciencia y de la técnica, “democratizado a través de los medios de comunicación”¹⁹ y a un ritmo de 30.000 términos por año, según Nicolás Sánchez Albornoz, director del Instituto Cervantes²⁰.

Este trasvase de términos, incluso de sintagmas enteros, desde los vocabularios especializados a la lengua general, resulta muchas veces enriquecedor, como explica el Prof. Joaquín Garrido Medina, en su libro *Idioma e Información*. "Si el vocabulario que se desarrolla es numeroso -señala-, ofrece al léxico general nuevas posibilidades metafóricas de ampliación: simplemente el cambio de término produce muchas veces la impresión de expresividad, frente a la de desgaste, casi de falsedad, que puede dar la palabra tradicional".²¹ Y añade que un extranjerismo puede ser más un incremento que una pérdida de patrimonio si se sabe administrar.²²

6.2. El lenguaje científico

Con el aumento y especialización del conocimiento humano, del que hablamos en nuestro primer capítulo, también se ha ido especializando el lenguaje y creciendo el volumen de léxicos especializados en todos los campos.

El lenguaje científico y técnico pertenece a los *lenguajes especializados* (también llamados *sectoriales*), que se diferencian claramente de la *lengua común*, entendiéndose por ésta el núcleo de la lengua de una comunidad lingüística. Este lenguaje, si bien ha existido desde siempre, es a partir del siglo XIX cuando experimenta un desarrollo espectacular como consecuencia de un mayor conocimiento de la naturaleza.

Gutiérrez Rodilla, teniendo en cuenta las diferentes situaciones que pueden darse en la comunicación, distingue tres tipos de lenguaje científico: el destinado a la comunicación exclusiva entre especialistas, el dirigido al público en general (*lenguaje de divulgación*) y una variante más informal o "familiar" del primero²³, como el que se intercambia por correo electrónico. Sin embargo ofrece una única definición que incluimos aquí por convenir a nuestros planteamientos:

El lenguaje científico es todo mecanismo utilizado para la comunicación, cuyo universo se sitúa en cualquier ámbito de la ciencia, ya se produzca esta comunicación exclusivamente entre especialistas, o entre ellos y el gran público, sea cual sea la situación comunicativa y el canal elegido para establecerla.²⁴

6.2.1. La terminología científica

Los lenguajes especializados y la terminología constituyen un campo de investigación que ha sido desarrollado ampliamente por especialistas españoles, como las Prof. M. Teresa Cabré²⁵, de la Universidad Pompeu Fabra, y a cuyas obras remitimos. En comparación, nuestras pretensiones en este capítulo no pueden ir más allá de intentar ofrecer una mera introducción para contextualizar el lenguaje de la astronomía y explicar su presencia en el lenguaje de los medios.

El lenguaje científico y técnico consiste principalmente en una terminología que se introduce en el sistema morfológico y sintáctico de la lengua común. Por *terminología* entendemos el “conjunto de términos o vocablos propios de una determinada profesión, ciencia o materia”²⁶, como lo define el Diccionario de la Real Academia Española²⁷.

Los expertos en terminología diferencian entre *término*, que es la unidad constituida por un *concepto* y su *denominación*, siendo *concepto* o *noción* la unidad de pensamiento, y *denominación* el proceso de asignar un *nombre* a un *concepto*, mientras que el resultado de ese proceso es el componente *expresión* del nombre o del término²⁸.

Según Sager, los términos se perciben como símbolos que representan conceptos, de ahí que estos últimos deban existir antes de que se puedan formar los términos para representarlos. “De hecho, la denominación de un concepto debe considerarse el primer paso para su consolidación como una entidad socialmente útil y utilizable”²⁹. Como veremos, en la Tercera Parte, así ha sucedido en la mayoría de los casos de términos astronómicos estudiados. Hoy, ligados a problemas terminológicos, se plantean en la ciencia no pocos conflictos. Según J.M. Lévy-Leblond³⁰, el origen del Universo es uno de los problemas conceptuales de la física contemporánea que tiene su origen precisamente en el lenguaje, en sus posibilidades y en su mal uso (opinión, por supuesto, muy controvertida).

La terminología científica, sometida a los límites del lenguaje especial al que pertenece, se va introduciendo cada vez con mayor fuerza en el léxico común y,

como advierte la Prof. Pilar de Vega, "empujada por la emergencia de nuevas realidades, de nuevos conceptos o, simplemente, de nuevos intereses, que la convierten en moneda de cambio de uso corriente, y muchas veces sin que conozcamos su valor exacto".³¹

Metas del discurso científico³²

Al contrario que en el lenguaje poético, la primera recomendación sobre la terminología científica debe insistir en su carácter *monosémico*: un significado único para cada término, que lo aleje de la ambigüedad y garantice su precisión. Sin embargo, este carácter no siempre es respetado³³ y abunda la *polisemia* (pluralidad de significados de una palabra), aunque esta propiedad tampoco debe juzgarse intrínsecamente negativa. Un ejemplo, interesante para nosotros por sus acepciones astronómicas, es el término *medio*, que puede aparecer en cualquier contexto: biológico, estadístico, deportivo... sin olvidarnos del *medio ambiente*, del *medio de comunicación* o del *medio* a escala cósmica, que a su vez puede ser *interplanetario*, *interestelar* o *intergaláctico*.

Una segunda "meta" a la que debe aspirar idealmente el "discurso científico" es la *neutralidad*. De nuevo estamos ante un requerimiento más teórico que práctico. Quizá no tanto en aspectos como la impersonalidad, a veces extremada, de un artículo científico, lograda con procedimientos sintácticos, como el uso del plural de modestia y el abuso de la voz pasiva para eludir al sujeto de la oración.

El lenguaje científico tiende también a la *economía lingüística* (acuñación de siglas, simplificación de estructuras sintácticas,...), aunque se dan contradicciones, como una mayor longitud de las frases comparada con otros tipos de lenguaje.

A pesar de que tomemos partido claramente por algunas opciones, queremos plantear aquí el debate que en torno al papel de la terminología existe en la actualidad. Con este objeto, recogemos las opiniones de algunos expertos contrarios a la idea de controlar la terminología. Terence Mahoney piensa que se está confundiendo la posición de la terminología en la jerarquía del lenguaje: "La terminología está motivada por los conceptos, pero los conceptos se tratan a un nivel superior al de la terminología, al que se puede llamar nivel del discurso".

Léxico y tecnicismos

El *léxico* o vocabulario propio que caracteriza al lenguaje científico está compuesto de *tecnicismos* (principalmente nombres, adjetivos y verbos específicos). Tales nuevas entidades léxicas o *neologismos* surgen en las áreas de la ciencia y la tecnología ante la necesidad de encontrar una denominación conveniente para los nuevos conceptos.

En un principio, la terminología científica se creó con préstamos del griego y del latín, bien por separado o bien utilizando los dos a la vez, dando una palabra híbrida. Hasta hace un siglo, los términos se entendían por su raíz etimológica, eran descriptivos, y para una persona instruida el lenguaje que empleaban los hombres de ciencia era aún inteligible³⁴.

Sin embargo, el vocabulario científico y técnico ha crecido en los últimos cincuenta años en proporciones muy superiores a las del lenguaje común. Ya hace unas décadas, el académico Antonio Colino decía en su discurso de recepción en la Real Academia Española que las materias científicas más importantes que se enseñaban ahora en las universidades (entre las que citaba la astrofísica y la cosmología) no existían aún a principios de siglo. Y añadía: "Todo este inmenso torrente de nuevos fenómenos, nuevos conceptos, nuevas teorías y nuevas aplicaciones exigen nuevas palabras para su adecuada y precisa designación".³⁵

En ningún otro campo se da una necesidad mayor de nuevos términos, que deben crearse al mismo ritmo que se producen los hallazgos y las invenciones. "Mientras que los objetos a nombrar se cuentan por millones -advierte Amelia de Irazzábal-, los recursos de la lengua son limitados: solamente se cuentan por miles".³⁶

A falta de un diccionario descriptivo de la lengua castellana, uno de los problemas de las Academias de la Lengua consiste en decidir qué *tecnicismos* deben incorporarse al diccionario. Gregorio Marañón ya advertía en 1956, en un congreso de la Asamblea de Academias de la Lengua, sobre la utilidad de aumentar en el diccionario los vocablos científicos y técnicos de uso corriente:

El porvenir nos va a arrollar. Si no nos decidimos a hacer un lenguaje vivo, repleto de los tecnicismos que hagan falta, sin miedo a extranjerismos, sin oposición puritana a ellos, nuestra lengua se escindirá en dos: una pura y culta, pero muerta, que manejará tan sólo una

minoría; y otra que correrá por el arroyo, al margen del influjo académico, anárquico y corrompida.³⁷

En línea con esta reflexión, el académico Francisco Ayala recuerda en un artículo sobre la "Vitalidad actual de la lengua española" que el régimen fascista prohibió en Italia el uso de palabras extranjeras y que, siguiendo su ejemplo, lo mismo quiso hacer en España el franquismo³⁸. Y añade: "el purismo idiomático equivale ciertamente a la fosilización del lenguaje, y ésta es claro síntoma de la parálisis del cuerpo social, de su agotamiento y cultural esterilidad"³⁹.

En 1963, el Boletín *Perspectivas de la UNESCO* decía:

Del desarrollo natural de la ciencia y de la técnica surgen todos los días conceptos, aparatos, nuevas constantes y magnitudes y unidades de medida. Todos estos elementos tienen que recibir un nombre. Y ocurre que, al crearse las voces que han de designarlos, no siempre se atienden las prescripciones más elementales de formación del idioma correspondiente, ni las normas de prestancia y dignidad que debieran caracterizar el lenguaje científico y tecnológico. Lo natural sería, al menos en las lenguas científicas occidentales, formar las nuevas palabras con raíces griegas o latinas y terminaciones adecuadas a la fonética y a la morfología del idioma en cuestión, pero las preocupaciones del que las crea suelen ser de muy otra naturaleza, y con mucha frecuencia se dejan de lado estas reglas y se acude a voces ya usadas en el habla vulgar, con lo cual el lenguaje de los técnicos va perdiendo precisión y señorío, hasta llegar a convertirse en una especie de habla llana, difícilmente inteligible.⁴⁰

El problema de lo que se sugiere en este párrafo es, según Terence Mahoney, consecuencia del bajo nivel cultural de los científicos de hoy, la falta de una base lingüística adecuada de muchos profesionales y la desidia del sistema educativo, que ya no insiste en una buena formación ni en los clásicos ni en la propia lengua. "Estoy hablando del Reino Unido -advierde-, donde los educadores de la 'nueva ola' han logrado empobrecer el uso de la lengua inglesa casi hasta el punto de no retorno (un ejemplo muy embarazoso fue el acuñamiento del término *nocturnal sodium (D-doublet) emission*, que apareció en *Nature*. ¡Los meteorólogos posiblemente no se dieron cuenta de sus connotaciones fisiológicas!".

Beatriz Krayenbühl Gusi también aborda el problema del "neologismo necesario" en un artículo titulado "Palabras con mucho sentido" y publicado en *La Vanguardia*:

Los avances que a una velocidad casi "indigerible" tienen lugar en el campo de la ciencia y la tecnología requieren nuevas palabras -neologismos- con toda urgencia. Hasta muy

recientemente, las nuevas palabras se creaban casi en un ciento por ciento a partir de derivados o combinaciones del griego y del latín (Hough, 1953). La intención era la de describir las realidades empíricas de la naturaleza mediante palabras que no tuviesen ninguna connotación emotiva. Así pues, el lenguaje científico resultaba totalmente extraño y ajeno a la lengua común. Ello ya no es posible en el mundo de la ciencia y la tecnología de hoy. El concepto de lo que es apropiado para responder a las demandas de la expresividad y de inteligibilidad de la ciencia ha cambiado radicalmente. Lo mismo sucede con las necesidades que plantea la divulgación de la ciencia.⁴¹

6.2.2. La formación de neologismos en ciencia y tecnología

Según Pilar de Vega, el proceso ideal que debe seguir un nuevo término científico-técnico "comienza por su sometimiento al organismo normalizador correspondiente, el cual, asistido por especialistas en la materia a la que pertenezca, que van a ser al fin y al cabo sus auténticos usuarios, dictaminará sobre la necesidad o no de su incorporación, la conveniencia de su adaptación (gráfica, fónica, morfológica) al sistema de la lengua que lo acoge, o de su traducción a la misma, etc."⁴²

Aunque la diversidad de estructuras y técnicas de formación de términos en las diferentes lenguas hace imposible la aplicación de directrices internacionales en la creación de términos, la Organización Internacional para la Normalización (ISO con sus siglas en inglés) aconsejaba en su documento ISO 704-1986 ("Principios y métodos de la terminología") los siguientes postulados:

- Los términos deberán crearse sistemáticamente con respecto a sus características morfológicas, sintácticas, semánticas y pragmáticas.
- Un término deberá ajustarse a las convenciones morfológicas, ortográficas y de pronunciación de la lengua a la que va dirigido.
- Una vez que el término haya adquirido una aceptación extensa no deberá cambiarse si no hay razones apremiantes y si no existe la certeza de que el nuevo término será aceptado como un sustituto pleno.
- Si un nuevo término tiene éxito sólo parcialmente a la hora de reemplazar un término ya existente, puede crearse mayor confusión puesto que equivale a la creación deliberada de sinónimos. En tal caso, es preferible introducir un término nuevo.⁴³

Por su parte, Sager⁴⁴ hace doce recomendaciones sobre la creación de nuevos términos para expresar especialmente conceptos científicos y técnicos:

1. El término debe asociarse directamente con el concepto. Debe expresar el concepto con claridad. Es aconsejable una construcción lógica.

2. El término debe ser léxicamente sistemático. Debe seguir modelos léxicos ya existentes y, si las palabras proceden de un origen extranjero, se debe conservar una transcripción uniforme.
3. El término debe ajustarse a las normas generales de formación de palabras de la lengua que también impondrá el orden de palabras de los compuestos y las frases.
4. El término debe ser capaz de proporcionar derivados.
5. Los términos no deben ser pleonásticos (es decir, no deben ser una repetición redundante, tal como combinar una palabra extranjera con una palabra nativa que tenga el mismo significado).
6. Sin llegar a sacrificar la precisión, los términos deben ser concisos y no contener información innecesaria.
7. No deberían darse los sinónimos, ya sean absolutos, relativos, o aparentes.
8. Los términos no deben tener variantes morfológicas.
9. Los términos no deben tener homónimos.
10. Los términos deben ser monosémicos.
11. El contenido de los términos debe ser preciso y no superponerse en el significado con otros términos.
12. El significado del término debe ser independiente del contexto.

La Real Academia Española se muestra cautelosa a la hora de aceptar nuevos términos. "No hay que ser demasiado permeable a la moda porque hay palabras de vida efímera que desaparecen con la misma rapidez con que aparecieron", dice el académico Francisco Ayala⁴⁵. Hay "palabras aparentemente expresivas que si se repiten pierden eficacia y desaparecen", apunta en el mismo sentido el también académico Emilio Alarcos⁴⁶. Los lexicógrafos del *Oxford English Dictionary*, antes de incluir un término, suelen esperar hasta doce meses para confirmar si un término se asienta en el lenguaje⁴⁷.

Nuria Amat advierte de que el lenguaje es un "arma de doble filo", permite economizar gran cantidad de pensamiento y un nuevo descubrimiento o invención comporta la innovación de lenguaje, pero "palabras nuevas no implican por sí mismas y necesariamente el descubrimiento de nuevas relaciones ni nuevos hechos"⁴⁸.

El neologismo científico-técnico, si bien le caracteriza una mayor estabilidad idiomática frente a otros tipos de neologismos, está sometido igualmente a distintos condicionamientos, "no sólo en la forma de adaptarse a la nueva lengua que lo adopta -señala Pilar de Vega-, sino también en la acogida que ésta le dispense, pues qué duda cabe de que su vida será muy distinta si permanece en el pacífico recinto de una lengua especial a si se introduce en el territorio movedizo de la lengua

común, sometido al acoso de los cada vez más veloces medios de comunicación y a los avatares de la actualidad".⁴⁹

En primer lugar veremos cómo se forman nuevos términos científicos con recursos de la misma lengua, y después cómo se adaptan los préstamos. Lo haremos siguiendo los manuales de terminología (Gloria Clavería y Joan Torruella en Sager, Arnt y Pitch) y el del Prof. Manuel Alvar Ezquerro⁵⁰, catedrático de Lengua Española en la Universidad de Málaga y miembro de la Real Academia Española. Ilustraremos cada modalidad con ejemplos tomados en su mayoría del vocabulario astronómico en castellano.

Subrayemos previamente que -en palabras de Krayenbühl - "la creatividad en el campo de la acuñación de nuevas palabras para las diversas ciencias requiere, además de las reglas clásicas de formación de nuevas palabras, también -y cada vez con mayor frecuencia-, que se originen a partir de un léxico usual y, por lo tanto, con una gran capacidad expresiva (Raad, 1989)."⁵¹

Formación con recursos de la misma lengua

1. Derivación

Los procesos de derivación generan nuevos elementos léxicos con la unión de:

- una base léxica y un prefijo (prefijación). Ejemplos: *antimateria*, *infrarrojo*, *pos(t)-Secuencia Principal*, *supercúmulo*, *supergigante*, *supernova*, *transbordador*, *ultravioleta*, ...

- una base léxica y un sufijo (sufijación). Ejemplos: *angular (resolución)*, *astronómica (latitud)*, *espectral*, *eyectar*, *planetario*, *radiación*, *solar*, *variable (estrella)*, ...

En esta categoría se encuentran los epónimos, derivados de nombres propios. Ejemplos: *euclidiana (geometría)*, *lagrangiano (punto)*, *lorentziana (curva)*, *planckiano (espectro)*, ...

- una base léxica con un prefijo y un sufijo simultáneamente (parasíntesis). Ejemplos: *extragaláctico (objeto), extrasolar (planeta), intergaláctico, interestelar, interplanetario, irradiancia, subestelar, transneptuniano, ...*

2. Composición

Los procesos de composición producen compuestos integrados por:

- dos palabras españolas (yuxtaposición y contraposición). Ejemplos: *electromagnético, magnetohidrodinámica, nucleosíntesis, físico-químico, ...*

- cultismos léxicos, de raíz grecolatina (también podrían considerarse en la categoría de préstamos lingüísticos). Ejemplos: *asteroide, astronomía, cosmología, electromagnético, galaxia, sidéreo, telescopio, ...*

- compuestos híbridos (combinación de elementos latinos y griegos). Ejemplos: *Proxima Centauri, ...*

3. Compuestos y estructuras sintagmáticos

Resultado de la combinación de elementos léxicos, estas construcciones equivalen a un solo concepto. Se pueden dar varios tipos de estructuras:

- Sintagma nominal formado por un sustantivo y uno o varios adjetivos con distintas relaciones jerárquicas entre ellos (disyunción). Ejemplo: *agujero negro, cúmulo estelar, cúmulo globular, enana blanca, enana marrón, estrella binaria, galaxia activa, gigante roja, gran mancha roja, lente gravitatoria, masa solar, materia oscura, velocidad radial,...*

- Sintagma nominal formado por un sustantivo determinado por un sintagma preposicional de valor especificativo (sinapsia). Abundan los antropónimos (en honor de los descubridores, etc.). Ejemplos: *cinturón de Kuiper, constante de Hubble, Cruz de Einstein, espectro de potencias, estrella de neutrones, expansión del Universo, horizonte de sucesos, radio de Schwarzschild, teoría de la relatividad, ...*

También se da una variante intermedia entre los dos grupos anteriores, antropónimos en los que desaparece la preposición o el elemento de conexión. Ejemplos: *catálogo Messier*, *cometa Hyakutake*, *efecto Doppler*, *efecto Zeeman*, ...

- Sintagmas coordinados. Ejemplos: *principio de acción y reacción*, *materia y antimateria*, ...

4. Compresión (o acortamiento)

Este procedimiento es propio de los lenguajes especializados como el científico. Se forman palabras con variantes de las originales, con las que conviven; otras veces las sustituyen totalmente.

- Acronimia⁵² (unión de los extremos opuestos de dos palabras). Ejemplos: *cuásar* (*cuasi estelar*), *parsec* (*parallax-second*⁵³), *púlsar* (*pulsating star*), ...

- Abreviación o abreviamiento (reducción de la forma de una base léxica que suele generar una variante del término). Ejemplos: *eco* (*ecografía*), ...

- Siglas o abreviaturas complejas (combinación de las letras iniciales de cada una de las palabras que forman la unidad conceptual). En muchos casos siguen un proceso de lexicalización (la forma resultante es una nueva unidad léxica que se escribe en minúsculas y que cumple las normas de acentuación gráfica). Ejemplos: *CMB*, *IAU*, *ISO*, *láser*, *MACHOs*, *máser*, *QSO*, *SOHO*, *WIMPs*,...

La lexicalización es "un proceso muy frecuente en español por la tendencia -explica Pilar de Vega- a pronunciar las siglas como palabras siempre que es posible, en lugar de deletrearlas, como prefiere el inglés. De esta manera se favorece la permanencia de la forma truncada original y su posterior adaptación como un término más"⁵⁴, como ha ocurrido con *máser* (*Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) y *láser* (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*), definidos en los diccionarios sin atender ya a su condición de acrónimos.

La *siglafilía*, tan corriente hoy en día, muchas veces está guiada artificialmente por el deseo de introducir connotaciones ajenas (por ejemplo, *MACHO*, *WIMP*,...) a una terminología rigurosa. La psicología de las "siglas de diseño" sería un estudio muy revelador.

- Abreviaturas (para palabras frecuentes). Ejemplos: *km* (*kilómetros*), *mm* (*milímetros*), *pc* (*parsecs*), % (*por ciento*), *µm* (*micras*), *51 Peg*, *V404 Cyg*, ...

- Compresión de estructuras sintagmáticas (se elimina parte de un sintagma complejo), como resultado de la evolución de la terminología. Ejemplos: *relatividad general* (*teoría de la relatividad general*), *diagrama H-R* (*diagrama de Hertzsprung-Russell*), ...

5. Cambios funcionales

Se produce un cambio de categoría gramatical (sin necesidad de cambio en la forma), como la sustantivación de adjetivos. En realidad, se trata del efecto de la elipsis. Ejemplos: (estrella) *binaria* (investigador) *científico*, (material) *combustible*, (estrella) *enana blanca*, (estrella) *gigante roja*,...

6. Cambios semánticos

El vocabulario sufre cambios con el tiempo. A veces se produce un cambio de significado por transferencia de uno a otro campo especializado. Ejemplos: *fuelle*, *medio*, *plasma*, *lente*, ...

Formación con préstamos

En lingüística se entiende por *préstamo* la incorporación a una lengua de un elemento, generalmente léxico, procedente de otra lengua. Según Alvar Ezquerro, en nuestro idioma (los diccionarios suelen recoger alrededor de 80.000 palabras), el léxico patrimonial (heredado del latín) representa el 23% del vocabulario español, los préstamos el 41% y las nuevas palabras creadas el 35% (aunque la frecuencia de uso es muy distinta: 81%, 10% y 8%, respectivamente)⁵⁵.

De los préstamos lingüísticos, más del 80% procede también del latín (lengua que, en definitiva, supone más del 56% del español), el 11% de otras lenguas románicas, el 5% del griego, el 2% del árabe y el resto de otras lenguas, "lo cual demuestra -señala Alvar Ezquerro- que si el léxico heredado no es mayoritario se emplea muchísimo más, por ser patrimonial. Además, al ser el latín mayoritario en los préstamos (más del 80%), se afianza como la lengua de la que más palabras hemos tomado (más del 56% de nuestra lengua), a su vez, también, las más usadas".⁵⁶

En los lenguajes especializados, y en el científico en particular, también una gran parte del léxico procede del griego y del latín. "El español, sin embargo, no toma siempre directamente los préstamos de estas dos lenguas, a menudo el empréstito procede del francés (siglos XVIII-XIX) o del inglés (siglo XX), por lo que estas últimas se configuran como lenguas de transmisión de elementos que etimológicamente provienen de las primeras"⁵⁷, señalan Clavería y Torruella. "Actualmente -añaden estos autores- gran parte de la terminología se acuña en lengua inglesa, en esa lengua se utilizan bases léxicas griegas y latinas con gran profusión para formar términos nuevos que nunca existieron en las lenguas de procedencia. En los léxicos especializados de formación más antigua, aparecen préstamos de otros orígenes según la lengua en la que se ha desarrollado la técnica en cuestión".⁵⁸

En función de cómo se adopte el término extranjero, se dan tres modalidades⁵⁹:

1. Préstamo léxico (adoptar tanto la forma como el significado dado en la otra lengua). Ejemplos: *Big Bang*, *seeing*, *redshift* (*corrimiento o desplazamiento al rojo*), *scattering* *resonante*, *starburst* (*brote de formación estelar*),...

A veces el término sufre en la adaptación algunas modificaciones morfosintácticas, gráficas y fonéticas. Ejemplos: *cuásar* (*quasar*)⁶⁰, *púlsar* (*pulsar*), ...

Otras veces se forman híbridos (el lexema de una lengua y el morfema de otro). Ejemplo: *escanear*, *linicar*,...

2. Préstamo semántico (generar un nuevo término con una unidad léxica propia de la lengua receptora que incorpora el significado dado en la otra lengua). Ejemplos: *estimar, estimaciones, ...*

3. Calco (formar un término como resultado de la traducción o creación de una palabra nueva). "La traducción -señala Pilar de Vega- implica peculiaridades curiosas y mecanismos de creación en los que intervienen aspectos psicológicos y socioculturales propios del momento en que se lleva a cabo"⁶¹. Entre los ejemplos de calco que cita esta profesora se encuentra el *universo inflacionario*, el *Gran Atractor*, el *detonador de rayos gamma* y los *enjambres de estrellas* o de *galaxias*:

...el universo inflacionario, por ejemplo, traduce el inglés *inflation*, por "hinchazón", que según la primera acepción del DRAE, significa "acción y efecto de inflar"; pero el caso es que la tercera acepción, con el significado de elevación de los precios con depreciación de la moneda, ha connotado inflación en este sentido, con lo que el universo inflacionario nos sugiere más bien una "depreciación" que una "hinchazón". El excesivamente literal "Gran Atractor" (*Great Attractor*) debería traducirse en realidad por "Gran Atraedor" o "Gran Atractivo"... Hay casos de traducción más creativa en los que no se toma el equivalente literal, sino que se busca un término análogo, como ocurre, por ejemplo, en "detonador de rayos gamma", en lugar de "rompedor" (*gamma ray burster*); ... o en "enjambre de estrellas" y "enjambre de galaxias", que traducen el inglés *cluster*⁶² prefiriendo esta acepción a las de "racimo" o "grupo", de acuerdo con la tendencia terminológica tradicional en Astronomía de poblar el Universo de seres vivos.⁶³

Y concluye:

Los calcos nos conducen a un aspecto insospechado de la terminología científica: el de la metaforización. Todo un mundo de creación poética aplicado a la aparentemente árida técnica de nombrar el progreso⁶⁴.

6.2.3. El inglés como idioma científico

La ciencia está influida por el lenguaje, pero no tiene ninguna afinidad especial por ninguna lengua en particular. Sin embargo, es evidente que el inglés es el idioma científico en la actualidad, en el que se comunican los resultados de la investigación, ya sea oralmente, en comunicaciones a congresos, o por escrito, en las revistas especializadas. Pero no siempre fue así, como veremos. Incluso para algunos autores, no se puede considerar el inglés como vehículo de cultura de la misma forma que lo fueron el chino clásico, el sánscrito, el árabe, el griego y el latín⁶⁵.

El inglés rige hoy como lengua de la ciencia por razones políticas y económicas, con raíces en el Renacimiento, entre ellas la expansión del comercio inglés en combinación con su poderío militar. En parte continúa siendo *lingua franca* por el hecho de que, a consecuencia de la colonización, parte del antiguo imperio inglés incorporó lo que es hoy Estados Unidos, donde se realiza gran parte de la investigación científica actualmente y se llevan a cabo la mayoría de las aplicaciones técnicas. Gutiérrez Rodilla añade:

Igualmente son los Estados Unidos de América los que controlan los medios de difusión de los resultados de investigación, sobre todos las revistas de alto nivel y los bancos documentales más importantes; de ahí se deriva la imperiosa necesidad que tienen los científicos de todo el mundo de publicar sus artículos en inglés para poder ser conocidos y reconocidos, figurar en las bases de datos, ser citados por otros colegas... Se calcula que un 70% de los investigadores puede leer inglés y que el 80% de la información almacenada en todos los sistemas electrónicos del mundo está en esa lengua. Se utiliza, incluso, como lengua de publicación de revistas científicas en lugares donde no se habla habitualmente y, además, se ha impuesto como lengua de enseñanza universitaria en numerosos países -Egipto, la India, Indonesia...⁶⁶

Aunque la calidad no debería depender directamente del idioma en que un trabajo esté publicado, la realidad es que el hecho de publicar en inglés representa de por sí un valor cualitativo (aunque es más un efecto sociológico o socioeconómico que lingüístico), como apunta Nuria Amat:

A medida que la ciencia se hace más competitiva, los investigadores tienden a publicar en revistas cuyo idioma facilita su difusión (inglés) en revistas de mayor prestigio o de carácter internacional. Posiblemente, los artículos de Garfield, presidente del ISI [Institut for Scientific Information], han contribuido a acentuar esta tendencia. Garfield demuestra con datos del Science Citation Index que los investigadores franceses, italianos, latinoamericanos, etc., alcanzan mayor número de citas cuando publican en revistas internacionales o de lengua inglesa que cuando lo hacen en las de su propio país (Méndez, *Mundo Científico*, p. 535).⁶⁷

6.2.4. La terminología científica en español

Según Gutiérrez Rodilla, la formación de vocabulario en los léxicos especializados de la lengua española está dominada por un factor cultural muy importante: la dependencia de sociedades tecnológicamente de vanguardia. "Este hecho -señala- determina que la nueva terminología surja frecuentemente como producto del préstamo lingüístico".⁶⁸ La terminología científica, en concreto, es propia de los países que van a la cabeza de la investigación, los cuales la exportan a otros países, entre

ellos todos los países hispanohablantes, que terminan adoptando los tecnicismos extranjeros (*anglicismos*, principalmente).

Ante el carácter marcadamente internacional de estos términos, no se sabe bien si conviene traducirlos o adaptarlos a la lengua propia, o respetar su forma original. En cualquier caso, el proceso que se siga vendrá condicionado en parte por qué solución se haya adoptado en el idioma original -el inglés mayormente- al nombrar un descubrimiento:

- Creación de un elemento nuevo dentro de la lengua.
- Transferencia de un sentido nuevo a una palabra ya existente.

En el primer caso, el neologismo se puede formar, como hemos visto, recurriendo a la propia lengua o a las lenguas clásicas. Esta última opción es la ideal desde la perspectiva española, aunque también plantea problemas, como la adaptación ortográfica de las grafías griegas (la “s” líquida, la “ps”, “pt” o la “z” iniciales, la “k” escrita como “c”, “q”, o “k”, los cambios de acentuación, etc.)⁶⁹, sobre la que no hay acuerdo internacional (problema de la bibliografía consultada en nuestra Segunda Parte).

Aunque la defensa del idioma frente a la invasión de neologismos extranjeros aconseje crear palabras nuevas en todos los casos, con los recursos de la propia lengua -idea que defienden algunos autores-, nosotros compartimos las recomendaciones que da Gutiérrez Rodilla en su libro y que resumimos aquí en los siguientes puntos.

Cuando el neologismo de origen es un elemento nuevo dentro de la propia lengua:

- 1.- En el caso de que el neologismo esté mal construido y se esté a tiempo de corregir su implantación, se justifica la sustitución por otro de creación propia.
- 2.- En el caso de un neologismo bien formado y con una estructura léxica simple, se aconseja aceptar el neologismo inglés como necesario. Entonces cabe decidir entre adaptarlo a la grafía y fonética españolas -lo que sería más recomendable- o mantenerlo en su forma original.

3.- En el caso de un neologismo bien formado y con una estructura léxica compleja (combinación de elementos preexistentes para formar una nueva unidad compuesta con un significado propio), conviene traducirlo a tiempo de acuerdo con la sintaxis española.

4.- En el caso de que el neologismo original compita con sinónimos ya existentes, su introducción es innecesaria y no recomendable. Debería, entonces, aclararse cuál es el término existente más idóneo.

Cuando el neologismo es el resultado de la transferencia de un sentido nuevo a una palabra ya existente en la lengua de origen:

1. Siempre se puede crear un neologismo diferente en español.
2. Se puede adaptar su significante según nuestra fonética y ortografía.
3. Se puede traducir por una palabra (homóloga, análoga u homófona) ya existente que adquiere así una nueva acepción.

Proceso de adaptación

Para ilustrar este problema en torno a la terminología científica en castellano, presentamos aquí los resultados de las encuestas realizadas entre astrónomos y periodistas, a los que hicimos la siguiente pregunta (véanse Anexos): “¿*Big Bang* o *Gran Explosión*? ¿*quasar* o *cuásar*?... ¿Cómo escribe estos términos en español? ¿Considera que deben traducirse o adaptarse al propio idioma los términos científicos, o cree que debería respetarse su forma o grafía original?”

Con respecto al primer ejemplo propuesto, las preferencias de los astrónomos se reparten mayoritariamente entre dos opciones: el 30% escribe *Big Bang* (en dos casos se propone con guión entre las dos palabras, *Big-Bang*, y en ocho, escrito entre comillas)⁷⁰; el 29% opta por su traducción, *(La) Gran Explosión*; el 5% utiliza ambos indistintamente; y en un caso se propone usar los dos a la vez, con *Gran Explosión* entre paréntesis a modo de aclaración. El Prof. Guido Münch sugiere cambiar *Gran Explosión* por *Explosión Primordial*. (El resto no precisa la respuesta para este ejemplo).

Como refuerzo de la opción mayoritaria, que se inclina por la traducción, destacamos la opinión de David Galadí-Enríquez: “No creo que mantener las formas originales (en general en lengua inglesa) tenga el más mínimo valor. Incluso soy de la opinión de que usar los términos en inglés los pervierte, y la *Gran Explosión* constituye un buen ejemplo: *Big Bang* tiene, en inglés, una serie de connotaciones humorísticas e informales que se pierden del todo cuando se usa tal cual en castellano.” (Véase el capítulo dedicado a este término en la Tercera Parte).

Los periodistas⁷¹, en cambio, ante el mismo caso, optan mayoritariamente por *Big Bang* (47%) -con guión en dos casos- por las siguientes razones:

- es “más atractivo para el lector”.
- tiene una “clara connotación astronómica”.
- es “lo suficientemente conocido”, “generalizado” y “popularizado”.
- es la expresión “más extendida”, “más en la calle”: “la gente ha oído hablar del *Big Bang*, pero no de la *Gran Explosión*”.
- es mejor para un titular.
- es “corto, rotundo y onomatopéyico”.
- es “la más conocida internacionalmente”.
- es “tan universalmente conocido que resulta ridículo buscar otra acepción”.
- gana la partida porque es “inconfundible, corto y pegadizo”.
- hay que ser consecuente: “si hoy escribimos *Big Bang*, mañana no deberíamos decir *Gran Explosión*”.
- en muchos casos “es mejor adoptar el barbarismo de turno con dignidad que intentar imponer academicismos pedantes del género de ‘gran explosión’”.

Estos argumentos confirman la tesis de Terence Mahoney, quien comenta: “Los periodistas, como es de esperar, están más al tanto que los científicos con respecto al proceso de adaptación de un término por parte del público, ya que los usuarios ganarán siempre”⁷².

Por su parte, el astrofísico Jesús Jiménez Fuensalida responde a nuestra encuesta: “Algunos términos en inglés se han extendido periodísticamente, tanto que se cargan

de un contenido específico, como es el caso de *Big Bang*, aunque la traducción al castellano sería perfectamente clara”.

Otro grupo de periodistas, que constituyen el 16% (el resto no precisa la respuesta para este ejemplo), combinan las dos expresiones: “En el titular desde luego *Big Bang*, pero en el texto se pueden alternar”, dice Mónica Salomone. “Es bueno, periodísticamente, poder utilizar indistintamente estos términos en inglés y español” y “muy práctico”, señala Alberto Aguirre de Cárcer. Alicia Rivera contesta con una definición: “*Big Bang* (teoría de la evolución del universo a partir de la gran explosión inicial)”.

Como curiosidades, Vicente Aupí advierte de que hay quien confunde el *Big Bang* con el *Big Ben* e Ignacio Fernández Bayo recuerda “lo divertido (pero no agraciado)” que le pareció el término *Gran-Pum*, escrito por un autor mejicano. Santiago Graíño apunta, por su parte, que *Big bang* [sic] no es *gran explosión*; que es una explicación, no un nombre, y a su juicio, quizá, habría sido mejor traducirlo por “petardazo”.

En cuanto al segundo ejemplo, el 57% de los astrónomos prefiere *cuásar*, frente al 24%, que respeta la grafía original, latina a su vez, y escribe *quasar* (en un caso, con acento), considerando alguno que, como abreviatura de *quasi stellar*, la forma española no está justificada (siguiendo la misma regla, *púlsar* debería ser *estante*, por acortamiento de *estrella pulsante*, comenta en broma un encuestado).

En la preferencia por *cuásar* coinciden la mayoría de los periodistas científicos, el 47%. En dos casos, se escoge la grafía con “q”, aunque en uno de ellos se acentúa, modalidad registrada por la Real Academia Española (véase *nota n. 50*). (El resto no precisa la respuesta para este ejemplo).

Como criterio general, la mayoría de los astrónomos y de los periodistas piensan que los términos científicos deben traducirse y “españolizarse” o “castellanizarse” siempre que se pueda, evitando ambigüedades “peligrosas” y no desvirtuando el concepto original. Aunque el planteamiento puede variar: debe respetarse el idioma original de no existir un sustituto en castellano con el que establecer la correspondencia

(manteniéndose entonces “el vocablo que introduzca su descubridor”, se señala). En otras palabras, el criterio general es estudiar cada caso particular.

Sobre la idea de la traducción se hacen las siguientes reflexiones:

- en este empeño no hay que llegar a ser “ridículos”, “alambicados”, “cursis” y “pedantes” forzando las traducciones.
- es una cuestión de eficacia: no tendría sentido utilizar *black hole*, *Milky Way*, *gamma ray*, perfectamente traducidos en español (*agujero negro*, *Vía Láctea*, *rayo gamma*), como tampoco querer traducir *pulsar* por *residuo estelar pulsante* (ejemplos de Alicia Rivera).
- muchas veces las traducciones “son incómodas, largas, enunciativas y carecen de la frescura original”.
- en ocasiones es necesario hacer referencia al término en su forma original.
- algunos términos son nombres propios.
- los anglosajones tienen una capacidad para nombrar de la que carecen los latinos.
- el asunto tiene una base cultural profunda y, salvo alguna excepción que confirma la regla, no tiene remedio.
- ello exigiría una mayor agilidad de la Academia de la Lengua o un esfuerzo de las asociaciones de investigadores e institutos de investigación para facilitar a los periodistas la nueva terminología antes de que se generalice el uso y a veces el mal uso.

Entre los periodistas, un 21% cree que los términos científicos deben escribirse como mejor los entienda el lector, independientemente de su forma original o española, y sin llevar a confusión. También se dan respuestas individuales que van desde delegar en la Real Academia Española y esperar su pronunciamiento (mientras tanto se usaría el término original) hasta apelar al criterio de la comunidad científica internacional.

El periodista Martín Yriart no cree en reglas absolutas y generales en materia de léxico científico-periodístico: “En general me inclino a respetar -dice- el uso de la mayoría, para un determinado universo de medios y públicos. Me opongo a las operaciones de ingeniería lingüística como las que periódicamente nos propina la Real Academia, en aras de ‘mejorar’ el lenguaje, un esfuerzo generalmente tan utópico como innecesario. Dudo mucho de la normativa casuística como la de los ‘libros de estilo’ tan en boga en España e Iberoamérica”.

Mahoney nos comenta al respecto: “Por regla general, las revistas científicas (y la misma Unión Astronómica Internacional) tiene sus propias guías estilísticas, pero nadie (y en el caso de algunas revistas de carácter internacional, ni siquiera los propios editores) las tiene en cuenta. El libro de estilo de la IAU es un ejemplo muy ilustrativo de un fósil lingüístico que pronto será de interés puramente arqueológico”⁷³.

En contraposición, Fernández Bayo sugiere que “sería interesante que al menos los periodistas científicos nos pusiéramos de acuerdo con el uso de estos términos tan habituales”, mientras que José Luis Jurado-Centurión propone “adoptar un criterio de unificación de estos términos en un libro de estilo que sirva de referencia a todos los divulgadores de la astronomía”.

El astrofísico Jiménez Fuensalida señala: “Deberíamos esforzarnos en usar los términos correspondientes en castellano siempre que ello no haga la comunicación verbal ineficiente; quiero decir que si un término conceptual dicho en castellano necesita 99,45 palabras cuando el original en inglés necesita sólo 2, no vale la pena”. Y añade: “De cualquier forma, hay una solución quimérica evidente: ¡promover la originalidad de la ciencia española para imponer los términos originales en español al resto de la comunidad internacional!”, aunque ello no solventaría el problema de términos acuñados fuera de nuestras fronteras.

En un tono más serio y de una forma genérica, nos inclinamos mejor por la traducción al español, siempre que exista esta posibilidad (cuidando entre otros el problema de *los falsos amigos*⁷⁴) y aunque ello suponga transferir un nuevo sentido a una palabra. Entre otras razones, porque nuestro idioma es uno de los más hablados⁷⁵ del mundo, como se subrayaba en una de las respuestas a nuestra encuesta.

A pesar del inconveniente de favorecer el fenómeno polisémico, creemos que las ventajas pesan más en la balanza: no introducir un préstamo formal que, además de plantear problemas prácticos como, por ejemplo, la obtención de derivados a partir de él, no gozaría de ninguna de las ventajas que tiene para los anglófonos, como la expresividad del término o su fácil memorización. Es una solución que ha existido siempre a lo largo de la historia y en todas las lenguas.⁷⁶

Amelia Irazazábal dijo en un curso de introducción a la terminología que es en el lenguaje científico “donde se produce un mayor deterioro del idioma, con el uso de voces extranjeras que, en muchas ocasiones, tienen su equivalente en castellano, y con la imitación de la estructura de construcción de las frases”⁷⁷. Y subrayó la necesidad de una estrecha colaboración entre lingüistas e investigadores para realizar una traducción correcta de estos neologismos procedentes de otras lenguas.

6.2.5. Competencias en terminología y normalización

La necesidad de normalización de la terminología surgió a mediados del siglo XIX, “impuesta -explica Irazazábal- por la comunicación entre científicos y por el desarrollo del comercio y de las relaciones internacionales. Se normalizan pesos, medidas, unidades, materiales y también los términos científicos, que son el soporte de la comunicación”⁷⁸, aunque con un nivel de éxito relativo: la astronomía es un ejemplo de preferencia por varios sistemas en cuanto a medidas y unidades. Otros autores también sitúan en esta época el nacimiento mismo de la terminología, cuyo primer uso registrado en lengua inglesa hace referencia al vocabulario técnico, como se explica en el siguiente párrafo:

La terminología es una disciplina científica joven. Aunque a lo largo de los siglos siempre ha habido investigadores y científicos que se esforzaron en sistematizar los medios de expresión de sus áreas especializadas, tan solo a partir de mediados del siglo XIX puede hablarse de un estudio sistemático a gran escala de cuestiones terminológicas. La tecnificación que comenzó entonces y el intercambio cada vez más intensivo de mercancías que acompañaba este proceso hicieron imprescindible el establecimiento de unas medidas de normalización. En un primer momento los esfuerzos se limitaron a normalizar objetos, medidas, pesos, etc., pero no se tardó en reconocer que la normalización de los objetos requiere normalizar los medios lingüísticos (normalización lingüística) utilizados, ya que de lo contrario resulta inevitable que surjan malentendidos molestos a la vez que costosos.⁷⁹

Para nosotros es claro que una terminología será más adecuada para el intercambio de conocimientos cuando a cada noción precisa le corresponda un solo término unívoco, es decir, si se normaliza.⁸⁰ “Cuando un término nuevo se acepta o se recomienda -explica Guitérrez Rodilla- es porque cumple algunas o varias de las razones siguientes: es necesario, se utiliza con frecuencia, goza de difusión en el medio profesional correspondiente, la lexicografía general lo ha recogido, lo promueve algún organismo lingüístico, tiene paralelismos en otras lenguas, no hay alternativas que pueden ser más válidas, etc.”⁸¹ Frente a estas razones, otros autores

insisten en que son los usuarios, y solamente ellos, los que tendrán la última palabra, siendo inútil cualquier otro esfuerzo normalizador.

Organismos internacionales

El principal organismo internacional de normalización es ISO⁸², cuyo objetivo es promover el desarrollo de normas mundiales con el fin de facilitar el intercambio internacional de mercancías y servicios, y desarrollar la cooperación mutua en actividades intelectuales, científicas, tecnológicas y económicas. Los resultados del trabajo de ISO se publican como *Normas Internacionales*.

ISO y la Comisión Internacional de Electrónica (CEI, de *International Electrotechnical Commission*), que trabaja en estrecha colaboración con ISO y en el ámbito específico de la Electrónica, con el fin de garantizar "una comunicación internacional precisa y unívoca", "abogan en favor del desarrollo sistemático de vocabularios especializados internacionalmente homogeneizados partiendo de sistemas de conceptos unificados"⁸³.

Otros organismos internacionales son *Infoterm (International Information Centre for Terminology)*, *RITerm (Red Iberoamericana de Terminología)*, *REALITER (Red Panlatina de Terminología)*, Unión Latina y la Asociación Europea de Terminología (AET).

AENOR y las Normas ISO

Representante en España de ISO y organismo oficial de normalización del Estado español es AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación). Entre sus tareas de normalización está la elaboración y diseño de diccionarios especializados como instrumentos unificadores del lenguaje, los cuales recogen los términos empleados en la normalización internacional sobre un determinado campo, según las Normas ISO. Actualmente existe un diccionario tecnológico de plásticos, un diccionario informático, ... y normas sobre terminología aeronáutica. Pero de momento nada sobre terminología astronómica o aerospacial, según nos ha informado Javier García, de la División de Normalización de AENOR.

La Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Emilio Muñiz Castro, Director del Centro Iberoamericano de Terminología, recordaba en un artículo⁸⁴ el ciento cincuenta aniversario de un propósito que no pasó del nivel de las buenas intenciones: la decisión de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de España⁸⁵ de dedicar todos sus esfuerzos a componer “un Diccionario de los Términos Técnicos usados en todas las ramas de las Ciencias que forman el objeto de las tareas de la Corporación”⁸⁶. En este artículo:

La terminología científica y técnica del español, por su parte, librada a su suerte, sin academias, sin apenas centros de investigación, sin compilar todavía en su mayor parte y sin instituciones normalizadoras que se ocupen de ella, se parcela cada vez más, país por país, alejándose del horizonte deseado de la normalización. Una consecuencia palpable de esta nacionalización, de esta ausencia de normas generales para la traducción o adaptación de los nuevos términos, es la diversificación de los lenguajes especializados de los que se sirven para su propia comunicación los profesionales de las distintas disciplinas humanísticas, científicas y técnicas. Y esta diversificación hace que la comunicación resulte progresivamente menos eficaz y en consecuencia haya que recurrir con más frecuencia a la lingua franca de nuestros días, el inglés.

Sin normalización terminológica que unifique los lenguajes especializados no es concebible, según Muñiz Castro, una comunidad científica iberoamericana. Y al parecer, en esta carrera de fondo que determinará cuáles serán las lenguas de transmisión del conocimiento en el próximo siglo y cuáles las de uso coloquial y literario, independientemente de su difusión territorial, los pronósticos son inciertos para el español:

Los datos de que se dispone y las proyecciones de futuro asignan la cabeza de la carrera al inglés, apuntan a una lenta desaparición del francés de los puestos de cabeza y no echan luz alguna, todavía, sobre el español. Nuestro idioma sigue avanzando en el mundo, situándose en la enseñanza por delante de otras lenguas como el francés y el alemán en las preferencias de los estudiantes de casi todos los países occidentales y de muchos países orientales, pero con todo, no avanza como sería deseable como lengua de los negocios, de la ciencia, de la técnica y de la cultura: su dominio lo ejerce en el terreno coloquial y corre el peligro de quedarse ahí por mucho que se amplíe el número de sus hablantes.⁸⁷

A pesar de aquel frustrado esfuerzo de la Real Academia de Ciencias que conmemoraba Muñiz Castro junto con sus sombrías expectativas respecto del idioma español, hay que señalar, no obstante, la labor de esta institución a lo largo de toda su historia⁸⁸, con logros recientes importantes, especialmente desde la creación en el seno de esta Academia de una Comisión de Terminología Científica. Esta Comisión

está integrada por una decena de académicos de diferentes especialidades que periódicamente preparan y discuten las definiciones de los términos que consideran de interés y que se publican posteriormente en la Revista de la Academia.

Así, el 26 de marzo de 1996, su presidente, el Prof. Angel Martín Municio, presentaba a los medios de comunicación la tercera edición⁸⁹ del diccionario *Vocabulario científico y técnico*⁹⁰, con 50.000 términos (las ediciones anteriores, primera y segunda, contenían 15.000 y 35.000 términos, respectivamente), con versiones español-inglés e inglés-español, para facilitar su uso a los medios de comunicación, "porque a éstos -según Martín Municio- generalmente llegan los términos científicos en inglés".⁹¹

Ya en la primera edición de este *Vocabulario*, el anterior Presidente de la Academia, el Prof. Manuel Lora-Tamayo, decía:

Ante la oleada de neologismos que, con los nuevos conceptos, se incorporan al lenguaje científico y técnico sin que tengan expresión castiza en que apoyarse, hay que rendirse a la realidad que los ha introducido ya en el lenguaje común en el que adquirieron carta de naturaleza. Las nuevas ideas originan nuevas palabras sin dar tiempo a que los lingüistas las perfilen y se hace preciso para entendernos, como escribió uno de nuestros predecesores, "entreabrir las puertas del español al neologismo forastero, mas extremando la prudencia, ya que las raíces del idioma llegan a lo más hondo del habla de los pueblos y las voces que lo forman han de tener precaución y autoridad antes de que el uso las imponga."⁹²

Y como curiosidad, comparemos la definición de *estrella* propuesta en 1847 en el Diccionario de Ramón Joaquín Domínguez, pionero en el tratamiento de la terminología científica y técnica (1) con la que ofrece hoy la tercera edición del *Vocabulario Científico y Técnico* de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (2).

(1) **Estrella**, s.f. Astron. Todo cuerpo celeste y luminoso, á escepcion del Sol y de la luna que reciben la denominación de astros, por escelencia ó antonomasia, como grandes luminares ostensibles, como las dos magníficas lumbreras del día y de la noche, como las dos eternas lámparas, destello inestinguible de lo inmenso, que ilustran nuestro nacer, nuestro alado transitar, nuestro lúgubre morir. Propiamente, solo se da el nombre de estrellas, prescindiendo de dichos astros, á los cuerpos celestes dotados de luz propia, que vemos escintilar como puntos inamovibles é invariables, tachonando la bóveda infinita, ora á través de las ligeras nubes sombríamente veladas; ora con lampo vívido, trémulo y vibratorio en el azul magnífico de las serenas noches que poetiza mágica la luna, bañando los objetos con esa luz debida al rayo amigo, benigno y atenuado del ya distante sol, que, ausente en los antípodas, vivifica otros mundos.⁹³

(2) **Estrella.** Acumulación de materia concentrada a causa de la atracción gravitatoria, de forma sensiblemente esférica, en cuyas regiones interiores se dan las condiciones físicas (presión, temperatura) que hacen posibles los procesos necesarios para la emisión de energía en distintas regiones del espectro.⁹⁴

Este término deriva del latín *stella*. La intercalación de una *l* en la segunda sílaba se debe a la influencia de la palabra sinónima *astrum*.

El Grupo TermEsp

De la información facilitada sobre qué otros organismos o instituciones tienen competencias en normalización de terminología científica salta a la vista el alto grado de dispersión y la falta de coordinación de los estudios terminológicos en España.

En medio de esta situación es destacable el trabajo del Grupo *TermEsp*, creado en 1985 y formado por científicos que trabajan en terminología en el Centro de Información y Documentación en Ciencia y Tecnología (CINDOC, antes ICYT), del CSIC. Este grupo pretende aunar todos los esfuerzos terminológicos en lengua española dispersos en distintos centros españoles.

Según los datos facilitados por la Dra. Sofía Álvarez, de *TermEsp*, los objetivos de este grupo son los siguientes:

- El conocimiento y relación con los distintos grupos españoles interesados en problemas terminológicos del léxico científico-técnico.
- La preparación de léxicos especializados, vocabulario, diccionarios en distintos campos de la ciencia y la tecnología.
- La recolección de listas de términos, terminologías procedentes de dichos campos científico-técnicos.
- La organización de cursos, seminarios y conferencias sobre terminología.
- La difusión de las terminologías especializadas mediante la publicación de los diccionarios, tesauros y listas de términos elaborados.
- La colaboración con Iberoamérica en todos los temas terminológicos especialmente sirviendo como puente con los Bancos de Datos y Diccionarios Terminológicos automatizados de la Unión Europea.

- La creación de un Banco de Datos Terminológico de Ciencia y Tecnología en la Lengua Española en cooperación con Iberoamérica. En este banco de datos, el término irá acompañado de la definición correspondiente y de una frase contextual, además de sus equivalentes en otras lenguas del Estado español, catalán, euskera, gallego, sus correspondientes de los países latinoamericanos y sus sinónimos en inglés, francés y alemán.

TermEsp ya ha realizado, entre otros, trabajos terminológicos (diccionarios, glosarios, bases de datos,...) relacionados con farmacopea, metalurgia, inteligencia artificial, ... (hasta la fecha, finales de 1998, nada relacionado con astronomía).

Otras instituciones

Existen otras instituciones que desarrollan trabajos terminológicos, como departamentos universitarios de Filología o Lingüística, algunos ministerios (Obras Públicas, Sanidad, ...) y algunas empresas industriales. Asimismo existen trabajos en terminología en Iberoamérica. Pero se echa en falta que un solo organismo tome las riendas y aglutine todas estas iniciativas.

También se hacen importantes esfuerzos por parte de las comunidades autónomas del País Vasco y Cataluña, que en defensa de sus respectivas lenguas disponen de centros de Terminología como *Euskalterm*, dependiente de la Universidad del País Vasco, y *TermCat*, dependiente del *Institut d'Estudis Catalans* y de la *Direcció General de Política Lingüística de la Generalitat de Catalunya*.

A finales de 1997 se constituyó la Asociación Española de Terminología. Entre los fines de esta asociación se encuentran el de "fomentar la adaptación de la terminología española a las expresiones surgidas de los avances técnicos y científicos, la elaboración de léxicos, glosarios y vocabularios sectoriales especializados, y el incremento de la producción y difusión de bases de datos terminológicas en las que se incluya la terminología científico-técnica en las lenguas de España y su traducción a otras lenguas"⁹⁵. Asimismo se propone "establecer relaciones de cooperación e intercambio con organismos de países y comunidades de habla hispana para

favorecer la coordinación del uso común de la lengua en las materias relacionadas con la creación e investigación terminológica".

6.3. El lenguaje de la astronomía

En la Segunda Parte de este trabajo haremos un repaso por la historia de la nomenclatura astronómica. De ahí que establezcamos previamente las diferencias entre *nomenclatura* y *terminología* e introduzcamos algunas consideraciones acerca de las peculiaridades del lenguaje de la astronomía.

6.3.1. Terminología y nomenclatura

Entre estos dos términos existe una diferencia importante, aunque sutil, como ya apuntamos. La *nomenclatura* es una parte de la *terminología*, la cual abarca, como hemos visto, el conjunto de voces técnicas y específicas de una rama del conocimiento. "Una *nomenclatura*, que para que tenga sentido debe estar *normalizada* -explica Bertha Gutiérrez Rodilla- contaría exclusivamente con aquellos términos específicos de esa rama del conocimiento aprobados por una comunidad científica concreta, de acuerdo con unas normas prefijadas que determinan la relación que debe existir entre los significantes y los significados"⁹⁶. Según la autora de esta definición, con la nomenclatura se pretende que el lenguaje de la ciencia sea científico, "que se acerque lo más posible a la precisión o la neutralidad y se desembarace de la ganga propia del lenguaje común"⁹⁷.

La nomenclatura astronómica en la actualidad es, como veremos, competencia de la Unión Astronómica Internacional, que en 1922 empezó fijando los nombres de las constelaciones, en lo que supuso un primer intento de normalización, y siguió con la nomenclatura lunar y marciana hasta dirimir hoy cualquier controversia sobre bautizos de objetos astronómicos. Para Gutiérrez Rodilla, no constituye propiamente una *nomenclatura*, sino que se trata más bien de *nóminas*: "los nombres que se otorgan obedecen a meros acuerdos y no dependen de ninguna estructura subyacente, reduciéndose sus nomenclaturas a meros listados donde figura una relación de esos nombres"⁹⁸. Sin embargo, las excepciones se dan; por ejemplo, la

nomenclatura de los accidentes orográficos de los cuerpos planetarios tienen su lógica, si bien no exactamente una estructura.

6.3.2. El léxico astronómico

Pilar de Vega, conocedora de los lenguajes sectoriales o especiales como el de la astronomía, analizaba en un curso de verano de la UNED los problemas y peculiaridades del léxico de la astronomía en diferentes tipos de textos: el Diccionario, por un lado, y los textos literarios y periodísticos, por otro.

Con respecto al primero, señalaba:

Teniendo en cuenta que el léxico científico y técnico no designa palabras, sino que, frente al léxico común, nombra objetos, su presencia en el texto Diccionario da origen a problemas lexicográficos especiales, tanto de selección de entradas como de definición, sin olvidar los de tipo formal, derivados en su mayoría del origen extranjero de gran parte de los términos. Frente a esta situación, se debaten tres posibles soluciones para incorporar los extranjerismos: la adopción literal del neologismo, su traducción analógica o la castellanización del término "convirtiéndolo" a la fonética y a la grafía del español. Ejemplos de cada caso se encuentran en la terminología de la Astrofísica.⁹⁹

En efecto, como hemos visto al ilustrar el apartado de formación de neologismos, los "préstamos" de vocabulario astronómico pueden adoptar diferentes modalidades.

En cuanto a la presencia del léxico de la astronomía en los textos literarios y periodísticos, "cada vez más frecuente", hay que diferenciar tres casos: el uso del significante con su significado científico; el empleo más o menos aproximado del significado; y el uso del significante desprovisto de su auténtico significado, "caso este último -explica Pilar de Vega- que fácilmente da lugar a un cambio semántico, producido bien por la metaforización, bien por un empleo erróneo, a menudo ocasionado por la etimología popular, siempre vigente".

6.3.3. La metaforización

El procedimiento de calco comentado en el apartado sobre formación de neologismos científicos nos conduce al tema de la metaforización en la terminología científica, especialmente arraigado en astronomía. De esta rama de la ciencia, Pilar

de Vega destacaba precisamente la estrecha relación existente entre el léxico de la astronomía y la metáfora, principal rasgo distintivo con respecto de otros lenguajes:

Si el lenguaje científico en general es extraordinariamente proclive a la metaforización desde su origen, el léxico de la Astrofísica es el que más estrechamente funde sus raíces con la comparación tácita. Pero no sólo adopta la metáfora útil del lenguaje cotidiano, como hacen las otras ciencias, sino que tradicionalmente ha acudido -y sigue haciéndolo- a las fuentes de la Mitología occidental para acuñar su propia terminología, una terminología, por lo tanto, excepcionalmente poética y por eso precisamente más atractiva que ninguna otra para el hablante, que la retoma con facilidad en su lenguaje cotidiano en un juego de doble metaforización, lo que nos da pie para considerar la terminología de la Astrofísica como un "léxico de ida y vuelta"¹⁰⁰.

La terminología astronómica está constituida por un auténtico muestrario etimológico que se extiende, como hemos visto, desde el antropónimo (*universo de Lemaître*, *cometa Halley*) y la mitología greco-latina (constelaciones, planetas, satélites), hasta multitud de términos metafóricos tomados del lenguaje común (*saco de carbón*, *agujero negro*), antiguas metáforas irreconocibles hoy, como *planeta*, "errante"; *satélite*, "sirviente, guarda de corps"; *cometa*, "cabellera"; *eclipse*, "desaparición"; *protón*, "el primero"; *electrón*, "ámbar" y muchas otras¹⁰¹. "Pero además -explica Pilar de Vega- el léxico de la Astrofísica también personaliza a sus objetos y ejerce la prosopopeya especialmente con las estrellas, a las que se atribuye una edad madura y una tercera edad, e incluso se habla de su suspiro final; se denomina estrella moribunda o cadáver de estrella a la *enana blanca*, y gota de sangre a la *R Leporis*".

Y no es de extrañar -añade- que ese mismo léxico que tan poéticamente metaforizado ha tomado la astronomía del lenguaje común, vuelva a él, por segunda vez sometido a la metáfora. Así ocurre, por ejemplo, con *astroso*, "con mala estrella, desgraciado"; *desastre* y *desastrado*, "sin estrella"; astronómico, "enorme"¹⁰².

En conexión con este vínculo metáfora y astronomía, al final de este capítulo incluimos algunos ejemplos de las mejores metáforas y analogías utilizadas como herramientas para la divulgación en esta rama de la ciencia. De nuevo, profundizar en las búsquedas de estos recursos literarios podría ser un interesante trabajo de investigación.

6.3.4. Falta de normalización en español

Hasta el momento y según hemos averiguado, no se ha hecho ningún esfuerzo por normalizar la terminología de la astronomía en español. En consecuencia, tanto científicos como periodistas vacilan a la hora de escribir *Big Bang* o *Gran Explosión*, *cuásar* o *quasar*, *púlsares* o *pulsars*, *redshift* o sus posibles traducciones (*corrimiento al rojo* o *desplazamiento hacia el rojo*,...), *acreción* o *acrecimiento*, *hoyos* o *agujeros negros*,... ejemplo este último que ofrecemos para recordar que debemos insistir en la necesidad apuntada por Gutiérrez Rodilla de buscar soluciones comunes para todos los países de lengua hispana:

Hay que evitar que de los neologismos se hagan traducciones múltiples y simultáneas que aumentan los riesgos de fragmentación, buscando una solución común para todos los países hispanohablantes; ése es uno de los pilares fundamentales para que el español no pierda definitivamente la posibilidad de ser una lengua de ciencia.¹⁰³

Mahoney, al igual que otros autores, no está de acuerdo al respecto: "lo mismo sucede -apunta- con el inglés y su versión americana y, sin embargo, las diferencias no constituyen en sí un problema".

Comisión de terminología de la SEA

Pensamos que la normalización podría ser una tarea multidisciplinar impulsada desde un foro de astrónomos profesionales, como la Sociedad Española de Astronomía (SEA). Para valorar esta idea, encuestamos a sus miembros, reunidos en Tenerife, sobre la conveniencia de crear una comisión de terminología en el seno de la SEA, o integrada en la Comisión Nacional de Astronomía, y preguntamos por los profesionales que deberían formar parte de ella.

De 63 astrónomos que contestaron, el 78% apoya abiertamente la idea de que se constituya tal comisión en el seno de la SEA, adecuado "por su carácter representativo y democrático", se apostilla en una de las respuestas. (Tres astrónomos comentan que precisamente ya se ha dado un primero paso con la decisión adoptada por la Asamblea General de la SEA, en su reunión de Tenerife, de crear una comisión de este tipo, a propuesta del astrofísico del IAC José Miguel Rodríguez Espinosa y, en principio, coordinada por David Galadí-Enríquez, astrónomo de la Universidad de Barcelona)¹⁰⁴.

Entre las razones a favor de la Comisión dadas como resultado de la encuesta se encuentran las siguientes:

- se dispondría de una referencia a algún modelo o comisión establecida a la hora de traducir términos astronómicos.
- los astrónomos, aunque dicen ya entenderse entre ellos (y posiblemente seguirían con sus "vicios actuales"), también deben hacerse entender por el resto de la sociedad, "científica o no".
- se conseguiría que la SEA "empiece a ser de utilidad para la astronomía".
- se haría frente a un problema debido a que "la astrofísica en los países hispanohablantes empezó tarde".
- podría generar puestos de trabajo: "Me parece bien sobre todo si diese trabajo a los astrofísicos" (comentario acompañado de guiños gráficos).

Un 8%, si bien no está en contra, sí manifiesta sus reservas sobre la eficacia de una comisión de este tipo, que dada la imposibilidad -dicen- de imponer el uso del

lenguaje, debería tener claro el límite de su capacidad de actuación. "Sería deseable el establecimiento de esta comisión, aunque no creo que fuera muy efectiva, pues lo que pasa en la Astronomía no es más que el reflejo del empobrecimiento cultural que existe en un nivel más amplio", es el comentario pesimista del investigador Ricardo Génova, colaborador del IAC.

Algunas propuestas subrayan que, en cualquier caso, debería considerar a toda la astronomía hispanohablante (o "representantes de la astronomía castellanoparlante") del resto del mundo, o tener un carácter internacional. Contrario a que esta Comisión se limite al ámbito de la SEA, el astrofísico del IAC Santiago Arribas responde: "No creo relevante una comisión en este contexto, pues la comunidad nacional es suficientemente pequeña como para ser homogénea. Podría tener más sentido una comisión que englobara a todo el mundo hispanohablante, en donde podríamos encontrar mayores divergencias en las traducciones (p.e. *hoyo negro*, *agujero negro*)."

El 14% es contrario a la idea de crear la Comisión por distintas razones que indicamos a continuación:

- desconfían de que sirva para algo, lo consideran un esfuerzo inútil.
- juzgan que sería una pérdida de tiempo, o un asunto de "baja prioridad".
- creen que es innecesario normalizar o pontificar sobre el tema.
- piensan que debe darse libertad de expresión al astrónomo ("si la mejor forma de expresar una idea es con pictogramas, jeroglíficos o lenguaje corporal, me parece bien que hagan uso de ellos").
- señalan que la comunidad "seguirá aquellas expresiones que les resulten más familiares o les caigan más simpáticas"; "el uso (y el sentido común)" dictarán las reglas.
- temen que se limitara al "español de la Península (o de Madrid, en algunos casos)" olvidando al resto de hispanohablantes.
- consideran que es más bien una tarea de lingüistas o de la Real Academia (aunque asesorados por astrofísicos). "Aunque la mayoría no llegue a usar la traducción de estos términos -se dice en un caso-, [s] figura en los diccionarios", lo que es competencia de lingüistas.

El grupo a favor piensa en su mayoría que esta comisión debería estar constituida principalmente por astrónomos (algunos insisten que con representantes de todas las ramas de la astronomía y otros lo amplían a científicos de distintas especialidades) y lingüistas o filólogos (incluyendo quizá miembros de la Real Academia Española, literatos, traductores, "alguien de letras", ...). También recomiendan, aunque en menor proporción, la presencia de periodistas científicos o del ámbito de la comunicación, así como divulgadores, enseñantes o pedagogos. Asimismo hay propuestas únicas, que van desde formar esta comisión con astrónomos exclusivamente ("que deberían hacer las recomendaciones adecuadas al resto de la comunidad") o, por el contrario, con astrónomos desempeñando "un papel estrictamente consultivo ("porque en general no están capacitados para decidir cuestiones lingüísticas"), hasta propuestas de composición más heterogénea, incorporando a ella astrónomos aficionados, escritores de ciencia ficción e, incluso, a "algún ciudadano de la calle". En algunos casos, la propuesta limita el número de integrantes (cinco, ...)

En cuanto al procedimiento práctico, de cuya complejidad se es consciente, en un caso se propone un sistema interactivo (José Miguel Rodríguez Espinosa sugiere que podría ser a través de Internet).

6.3.5. Diccionarios y glosarios astronómicos

Si bien los diccionarios científico-técnicos todavía son más frecuentes, apenas existen en el mercado editorial los diccionarios especializados en astronomía. Se indican a continuación los diccionarios a los que hemos tenido acceso:

En inglés:

- **ILLINGWORTH, Valery (editora).** *Dictionary of Astronomy*. Harper Collins. Glasgow, 1994.
- **MITTON, Jacqueline.** *A concise dictionary of Astronomy*. Oxford University Press. Oxford, 1991.

En castellano:

- **LAMBERTI, Corrado.** *Diccionario enciclopédico español-inglés Astronomía*. Trad. por Rafael Pérez y supervisión de *Tribuna de Astronomía*. Jackson Hispania (Ciencia y Tecnología). Madrid, marzo de 1989, 1ª edición (e.o. 1987). Este diccionario es la versión

española (con las entradas en español e inglés) del editado originalmente en italiano por el periodista científico italiano Corrado Lamberti.

- **RIDPATH, Ian.** *Diccionario ilustrado de la Astronomía y Astronáutica Everest.* (Longman Illustrated Dictionary of Astronomy & Astronautics). Trad. Por Julio Herrero de Ch. Editorial Everest. León, 1987. De nuevo se trata de una traducción.

- **GRIBBIN, John.** *Diccionario del Cosmos* (Companion to the Cosmos). Trad. por Javier García Sanz. Editorial Crítica (Grijalbo Mondadori). Barcelona, 1997 (e.o. 1996).

En cuanto a los glosarios astronómicos, la mayoría de los libros de divulgación astronómica contienen, con mayor o menor extensión, los suyos propios. A continuación reseñamos uno de ellos, que hemos utilizado como documentación.

WEID, Jean-Noël von der. *La Astronomía.* (L'Astronomie). Trad. por Mario Merlino. Madrid: Acento, 1993 (e.o. 1991). Introduce un glosario astronómico. Este autor también ha publicado un *Diccionario de términos científicos.* (*Dictionnaire des termes scientifiques*). Trad. por José Manuel Revuelta. Acento. Madrid, 1993 (e.o. 1991).

El Oxford English Dictionary

Una valiosa fuente de información en nuestra investigación ha sido el *Oxford English Dictionary* (OED)¹⁰⁵, o Diccionario Inglés de Oxford, cuya tercera edición, cuando salga a la luz en el año 2005, será la base de datos lexicográficos de la astronomía más completa que exista. En ella se recopilarán todos los términos astronómicos, tanto actuales como históricos, utilizados en la lengua inglesa desde el siglo IX. Tal base de datos resultará de gran interés para diversos grupos de usuarios del vocabulario astronómico. Terence Mahoney es, como hemos dicho, uno de los responsables de la actualización de la actual edición en cuanto a astronomía se refiere.

6.4. El lenguaje periodístico

El lenguaje periodístico es un tema suficientemente estudiado por teóricos de la comunicación, entre ellos el Prof. José Luis Martínez Albertos, autor de un manual sobre el mismo¹⁰⁶, así como por profesionales de los medios responsables de manuales de estilo. Por consiguiente, no pretendemos añadir aquí ideas realmente nuevas al respecto. Sí abordamos, en cambio, la no tan estudiada relación entre este lenguaje y el lenguaje científico, una simbiosis que da lugar al llamado *lenguaje de la divulgación*, para el que reivindicamos el recurso de la Retórica.

De forma genérica, estamos ante un lenguaje “que se utiliza para la producción de mensajes periodísticos, sea cual sea el medio o canal utilizado para su difusión”¹⁰⁷, según definición de Martínez Albertos. Este lenguaje debe ser caracterizado - aconseja este autor- como “un hecho lingüístico *sui generis* que busca un grado de comunicación muy peculiar: una comunicación distinta, de una parte, de la conseguida por el lenguaje ordinario -en sus momentos fundamentales de producción o emisión, forma y recepción-, pero una comunicación también diferente de la establecida por el lenguaje estrictamente literario o poético, aquél que busca deliberadamente el regusto de la palabra por la palabra misma”.¹⁰⁸

Aplicado al periodismo escrito, que será nuestro caso, y sin pasar por alto el párrafo anterior, diremos que el lenguaje periodístico constituye, por sí mismo, un estilo literario “específico”. Y en este estilo peculiar, más que el género al que pertenezca o la personalidad del que escribe, influye la expectativa del destinatario. Por esta razón hablamos, en el siguiente apartado, de Retórica, “el arte de persuadir mediante la prueba, como técnica nacida de la lógica y relacionada con la dialéctica”.¹⁰⁹

6.4.1. El arte de la Retórica

El propósito general de un periódico es comunicar hechos e ideas, presentando la información de un modo que pueda ser comprendida sin esfuerzo, a fin de captar el interés de un público lector heterogéneo. “Para los clásicos -señala Martínez Albertos- este ‘arte de convencer al espíritu con razonamientos’, como decía Platón, se llamaba Retórica. Las escuelas de oratoria de Cicerón y Quintiliano consideraban como culminación del estilo la claridad, la belleza y la justa proporción. En nuestros días, la vieja Retórica -arte de dar al lenguaje suficiente eficacia para persuadir o conmover- se ha trasladado al campo del Periodismo, o información de actualidad”.¹¹⁰ El objetivo de la información “consiste en atraer la atención por la lectura, el interesar al lector por medio de textos cautivadores”.¹¹¹

La Retórica “nace en torno a una reflexión del lenguaje”¹¹², recuerda el Prof. Antonio Sánchez-Bravo, para quien la Retórica aristotélica [de nuevo Aristóteles nos asiste] sigue siendo válida hoy en día y de máxima vigencia en las Ciencias de la Información, como teoría y como redacción.¹¹³

El Prof. Josep Maria Casasús también ha escrito sobre los paralelismos existentes entre Periodismo y Retórica. Se refiere con ello a la relación entre las modernas fórmulas americanas (las preguntas del llamado *modelo* o *paradigma de Lasswell* y los diagramas de *pirámide invertida* de la *Agencia Associated Press*) y las recetas de raíces europeas (los *elementa narrationis* de Marco Fabio Quintiliano). “La Retórica - señala-, a pesar de las reticencias que existen para admitirlo, está absolutamente viva en los procesos que alimentan la comunicación social contemporánea”¹¹⁴.

6.4.2. Claridad, concisión y corrección

El modelo de las 6 W (letra que aparece en los pronombres interrogativos *What, Who, Where, When, How and Why*, correspondientes a nuestros *Qué, Quién, Dónde, Cuándo, Cómo y Por qué*), de Harold Lasswell (1948), servía para dar contenido estructurado a una noticia. En el lenguaje periodístico podríamos hablar también del modelo de las 3C¹¹⁵, la inicial de las tres palabras claves que lo definen: *claro, conciso y correcto*. Sólo así puede ser descifrado por lectores de niveles culturales muy diversos.

Gloria Toranzo, en su libro *El estilo y sus secretos*, califica el lenguaje periodístico, por razón de su fin, como “un hecho lingüístico que debe ser descrito como ‘teleorema estético noético’ (periodismo, historia, oratoria y ensayo), diferente de los ‘teleoremas pragmáticos’ (lengua común y lengua técnica) y de los “teleoremas estéticos poéticos” (literatura épica, lírica y dramática)”¹¹⁶. El conjunto de rasgos típicos del lenguaje periodístico son, según este planteamiento, el “predominio de la claridad, lenguaje determinado por el tema concreto, coordinación equilibrada entre los elementos formales y los de contenido, abundante presencia de neologismos, poca personificación de seres no racionales, predominio del sentido lógico, metáforas, e imágenes en las que prevalece el nexo racional sobre el puramente intuitivo, explotación de la fuerza concreta del detalle en una técnica narrativa de corte behaviorista...”¹¹⁷.

Estas ideas son recogidas por Martínez Albertos en su manual sobre el lenguaje propio de la comunicación periodística. Tras ellas también se plantean los seis rasgos que deben diferenciar este lenguaje:

Corrección: se trata de un lenguaje no-literal próximo a la lengua coloquial culta.

Concisión: predominan en él los sintagmas nominales para lograr frases cortas.

Claridad: el principal objetivo de este lenguaje es la eficacia y la univocidad comunicativa, que normalmente se consigue mediante el uso de verbos adecuados, en forma activa y modo indicativo.

Captación del receptor: la estructura peculiar de los relatos periodísticos se explica por la necesidad de cautivar la atención del lector desde la primera línea.

Lenguaje de producción colectiva: frente al texto señaladamente literario, el texto periodístico es el resultado final de la actuación de diferentes co-autores.

Lenguaje mixto: en el mensaje periodístico, globalmente considerado, concurren partes distintas que responden a una diversidad de códigos, de forma que el código rector - normalmente, el lenguaje articulado- sufre también el influjo de los códigos menores.¹¹⁸

Sobre los puntos segundo y tercero existen discrepancias entre los diversos autores, como vemos a continuación.

El estilo nominal y la voz pasiva

El estilo afecta a la comprensión. En el periodismo, y especialmente en el periodismo científico, se aconsejaba hace unos años¹¹⁹ huir, por considerarlos más propios del lenguaje científico, del estilo nominal¹²⁰ y de la voz pasiva¹²¹. En textos así escritos, la velocidad y la facilidad de la lectura, junto con la comprensión y el interés del lector, se reducen significativamente, en parte debido al uso de un mayor número de palabras y de una mayor longitud en las frases.

Por ello, en textos periodísticos sobre ciencia, ya intrínsecamente complejos, se recomienda no abusar de la nominalización y usar la mayoría de los verbos en voz activa.

Sin embargo, en el español moderno ha ganado terreno el nombre, sobre todo en el lenguaje científico y, también, en el periodístico, viéndose ventajas de la construcción nominal sobre la verbal: mayor brevedad y concisión de la frase, carácter más objetivo e impersonal y grandes posibilidades de esquematización por la eliminación de muchas conjunciones y relativos. Además se registra una tendencia al abuso de la construcción pasiva, por influencia sintáctica del inglés y por querer ocultar a los sujetos de las oraciones en aras de la objetividad.

6.4.3. Periodismo científico y contaminación lingüística

De nuevo reflexionamos sobre el lenguaje de la ciencia y la función social del periodista especializado. En esta ocasión lo hacemos con la idea de subrayar el riesgo de contaminación lingüística que amenaza al periodista científico y ayudados por el Prof. Luis Núñez Ladevéze¹²², que ha estudiado el problema.

En primer lugar, nos interesa de este profesor la definición y distinción que hace del *lenguaje científico* o *lenguaje especializado* como "extensión o prolongación, pero no rectificación ni transformación, de la lengua que usamos en nuestro mundo común o cotidiano". Su aplicación a un espacio delimitado de la experiencia define como vimos una *terminología* propia, que si bien es necesaria indudablemente para profundizar en la especialización del saber, su uso "tiene un límite que no se debería traspasar y que, sin embargo, se traspasa con más frecuencia de la necesaria".

A pesar del argumento de los científicos (entre ellos se entienden con la jerga que utilizan), Núñez Ladevéze advierte de que, si bien esto es verdad, existe el riesgo de "un lenguaje incomunicado con el común y, en consecuencia, desvinculado de la corriente de comunicación que relaciona y socializa los productos humanos". Y añade: "Limitarse a un ámbito es reducir la eficacia comunicativa en los demás ámbitos y eso es lo que luego les preocupa a los científicos y a los burócratas: su incapacidad para hacerse entender por quienes no lo son".

El abuso de la terminología científica y, en general, la oscuridad en el lenguaje de la ciencia también es un recurso de las pseudociencias, así como un reflejo de pretensión o pedantería. Como apunta Núñez Ladevéze, el lenguaje especializado da prestigio a quien lo utiliza y en aras de intentar ser "rigurosos", "precisos" y "exactos" son "artificiosos", "complicados" y "herméticos":

Ya advirtió Ortega que el lenguaje puede usarse como instrumento para la comunicación tanto como para la incomunicación... El lenguaje especializado goza, naturalmente de prestigio, ya que su uso invita a pensar que la persona que lo utiliza posee elevados conocimientos sobre la materia específica a que se aplica el lenguaje. Pero no siempre que se usa el lenguaje específico se usa adecuadamente para la función que lo justifica. Y cuando eso ocurre se produce un enmascaramiento o una simulación. En una parte se trata

de aparentar que se sabe de lo que no se sabe, como hacen los políticos. En la otra parte restante, se trata de que no se dominan los recursos del lenguaje lo suficiente como para expresarse con la claridad y la sencillez suficientes como para que nos entiendan los destinatarios de la información, como suele ocurrir con los profesionales y los especialistas.¹²³

Según Núñez Ladevéze, todo lenguaje ha de cumplir simultáneamente con dos funciones: “la función social común de servir de instrumento de comunicación a todos los hablantes de la lengua y la función específica de expresar diferencialmente la información específica de que sólo algunos disponen”. En otras palabras, el lenguaje es “un utensilio que ha de servir simultáneamente para expresar lo más fácil y lo más difícil”.

Pero cumplir lo segundo es mucho más difícil y requiere mayor esfuerzo -“ascesis” lo llama Núñez Ladevéze-, y una habilidad expresiva que facilite la comprensión. El problema es, mayor aún que para los científicos, para “aquellos profesionales a los que ha correspondido ejercer una función social intermediaria”, y este autor se refiere expresamente al periodista y a quien corresponda la tarea de difundir en la sociedad el conocimiento específico aportado por los especialistas, los científicos y los técnicos. Y concluye que la dificultad principal procede de la falta de formación humanística integradora y de soltura literaria [de los comunicadores] que les permitan independizarse de las formas expresivas de los técnicos”.

Este profesor es muy crítico con la actitud cómoda y mimética que caracteriza el hacer de muchos periodistas. “Su inercia, su impericia, su incapacidad para aliviar al lector de su esfuerzo interpretativo, llevará al informador a asimilar los giros y modos expresivos de especialistas que, por su parte, tampoco saben hacerse comprender por quienes no lo son”. Y nos recuerda que el objeto de la comunicación es que comprendan quienes tengan mayor dificultad por no pertenecer al entorno particular del emisor. “Ser claros es contribuir a que la comunidad de intérpretes que comparten una lengua en común comprenda el máximo de información con el mínimo esfuerzo”.

Veamos a continuación algunas recomendaciones finales de Núñez Ladevéze:

Para que el periodista consiga desembarazarse de ese inútil mimetismo tiene que esforzarse en clarificar el lenguaje que usa, y para ello no tiene más remedio que adiestrarse en el uso

del lenguaje corriente y que esforzarse en sustituir las palabras técnicas y los conceptos específicos por descripciones, comparaciones e imágenes. Para ello es imprescindible que se potencie su habilidad expresiva, que ejercite la destreza literaria y que se resigne a ejercer su importante función sin equivocarla con la de su interlocutor. Su destreza o habilidades literarias son funciones humanísticas ... no funciones especializadas ni científicas ... No me parece necesario que el periodista científico sea un especialista en la materia. Lo que me parece necesario es que tenga una sólida formación cultural y general, tan sólida como para poder entender lo que los especialistas le explican sin tener que reproducir miméticamente sus formas de expresión. En este sentido, ser periodísticamente claro es mucho más difícil e importante que ser exacto o preciso.¹²⁴

La transcodificación del mensaje científico

El periodista Martín F. Yriart, estudioso de este problema del periodismo científico, prefiere hablar de “transcodificación del mensaje científico”¹²⁵, siendo este mensaje y no el lenguaje lo que los periodistas científicos deben traducir. “Este trabajo debe ser realizado por periodistas y científicos simultáneamente, e implica un proceso repetitivo de ida y vuelta, de un lenguaje al otro, hasta alcanzar un texto periodístico que preserve los contenidos de la ciencia pero los expresa en un lenguaje comprensible para el público, y especialmente para el lector profano, aunque avezado en la decodificación del discurso periodístico.”¹²⁶ En otras palabras, el periodista debe recurrir al *lenguaje de la divulgación*.

6.4.3. El lenguaje de la divulgación

El *lenguaje científico* y el *lenguaje de la divulgación* son dos formas distintas, pero igualmente válidas de acercarse a la realidad y donde no se puede ignorar el papel de la terminología. Si bien el segundo se sirve del léxico especializado del primero, el modo de creación del discurso de la divulgación “es específico, ligado a unas concepciones propias de elaboración y de difusión, a una tradición retórica y a unos fines, diferentes todos ellos de la utilización que lleva a cabo el profesional [científico]”, explica Bertha Gutiérrez Rodilla, en un capítulo de su libro dedicado expresamente a la interacción entre estos dos lenguajes¹²⁷. En este libro:

...la sustitución del receptor del acto comunicativo científico, que, normalmente, es un especialista, por el público en general en el discurso vulgarizador trae como consecuencia la restricción obligatoria del contenido del mensaje, de su precisión y del cambio en los argumentos de la demostración, no ya por la comprensión o incomprensión lingüística o terminológica sino, fundamentalmente, porque unos y otros -especialistas y no especialistas- no tienen un mismo referente.¹²⁸

Transposiciones didácticas

De nuevo según Gutiérrez Rodilla, en una formulación que nos recuerda a la "transcodificación del mensaje científico" de Martín Yriart, "el trasvase de conocimientos sólo se puede llevar gracias a transposiciones didácticas" y únicamente serán útiles "aquellas informaciones que se formulen de manera comprensibles en los sistemas de representación de los destinatarios". Estas "transposiciones didácticas" o "criterios de legibilidad" de los que habla esta autora afectan tanto al contenido como a la forma.

En el primer caso, además de seleccionar sólo algunas ideas principales, "el divulgador no debe olvidar que se enfrenta a un mundo de conocimientos y no de sucesos; por tanto, no todo es noticia, ni la información debe ser tratada como si lo fuera; la noticia no podrá ser más que un pretexto para la divulgación."

En el lenguaje de divulgación se trata de convencer y persuadir más que en el trabajo científico y se emplean argumentaciones menos objetivas, con recursos emotivos como el humor, los juegos de palabras, las alusiones a lo cotidiano,... aspectos todos ellos "típicos de divulgación y prescritos en el discurso científico"¹²⁹. Gutiérrez Rodilla señala que un texto de divulgación está condenado a envejecer rápidamente y que es frecuente explicitar de dónde parte la información que se está ofreciendo y hacer referencias a la actualidad para realzar la importancia de los descubrimientos más recientes.

Entre los mecanismos formales utilizados para su redacción y presentación, Gutiérrez Rodilla distingue, por un lado, la búsqueda de un título adecuado y el empleo de ilustraciones con fines aclaratorios, y por otro, el uso de un determinado léxico.

Los titulares

Ya en el propio título de la presente investigación *-Periodismo científico: la astronomía en titulares de prensa-* se indica la importancia que concedemos a los titulares, sobre los que hemos basado gran parte de nuestros análisis gráficos, si bien

somos conscientes de sus restricciones lingüísticas. Creemos que constituyen, como los define el *Libro de Estilo* de *El País*, "el principal elemento de una información" y que sirven "para centrar la atención del lector e imponerle de su contenido"¹³⁰.

El título -siempre importante- adquiere en el artículo de divulgación aún mayor relieve, por la función que desempeña de atracción o repulsa sobre los posibles consumidores del producto divulgador, lo que se extiende también a los títulos y subtítulos de los diferentes apartados; todos ellos tienden a ser atractivos, concisos y reveladores; desde luego siempre buscando llamar la atención; tanto que, a veces, los juegos de palabras empleados en su construcción conducen a interpretaciones alejadas de lo que realmente es la realidad.¹³¹

Entre el titular, que no debe exceder de un número determinado de palabras (13 en el caso del periódico *El País*) y la entrada de una noticia "deben satisfacer la curiosidad primera del lector, que ha de quedar enterado de lo que ocurre sin necesidad de acudir al resto de la información"¹³².

La estructura del texto

Un problema importante que surge en la “transcodificación del mensaje científico” consiste, según Martín Yriart, en conciliar el esquema narrativo de la noticia periodística, que antepone los resultados a los antecedentes, con la rígida estructura argumentativa del informe de investigación (*paper*, en inglés)¹³³.

La estructura en el lenguaje de la divulgación debe, según Gutiérrez Rodilla, ayudar a construir un esquema mental de los hechos que se están leyendo, con párrafos cortos y poco complicados. La introducción y la conclusión del artículo especializado son aquí someros, “no se insiste demasiado ni en el método seguido, ni en los detalles del experimento realizado; como tampoco se hace gran hincapié en los valores o resultados minuciosos obtenidos”¹³⁴; y la bibliografía simplemente desaparece.

El texto en ocasiones se acompaña de dibujos, fotografías, esquemas, diagramas, planos, cuadros e ilustraciones. En algunos casos, el propio material científico puede servir de material didáctico.

La sintaxis

En cuanto a la sintaxis que debe prevalecer en el lenguaje de la divulgación, se recomiendan estructuras simples, con frases cortas y palabras conocidas. Este lenguaje también se caracteriza, como el científico, por el estilo impersonal (tercera persona y construcciones en pasiva), que oculta los sujetos de las oraciones con objeto de conferir objetividad al artículo.

El léxico

En superar la barrera léxica y conceptual entre el científico y el público consiste el principal problema que se da en el proceso de transcodificación del que habla Yriart. Para ello, el periodista científico dispone de procedimientos de omisión, sustitución y ampliación. “Estos sistemas comprenden un vasto espectro que va desde la definición, en un extremo, hasta la metáfora en el otro, pasando por la ‘aposición explicativa’, la sinonimia, el ejemplo, la comparación y la analogía.”¹³⁵ A continuación repasamos con Gutiérrez Rodilla alguno de ellos.

El lenguaje de la divulgación debe evitar los tecnicismos, sustituyéndolos por paráfrasis con palabras del lenguaje común, de dos formas: con parasinónimos (pseudoequivalentes al término) o con sintagmas explicativos más o menos largos. "Lo anterior no significa que estén completamente excluidos de este tipo de discurso, aunque cuando se emplean se hace, generalmente, de forma aislada y con escasas referencias al conjunto terminológico al que pertenecen"¹³⁶, explica Gutiérrez Rodilla. En muchos casos se introducen y se intentan definir, al menos la primera vez que se usan, o se dan ejemplos, o se recurre a la comparación o a la metáfora. También se intenta primero usar los términos más simples y después los más difíciles.

Gutiérrez Rodilla advierte de que con estos procedimientos (también con la supresión de cifras y fechas) hay una evidente pérdida de precisión, cualidad ideal de los términos, aunque se compensa con la función cultural y educativa que la divulgación desempeña:

El establecimiento de comparaciones o de metáforas obligará, lógicamente, a poner el acento sola y exclusivamente en un punto de vista en detrimento de otros, con lo que se han de perder inevitablemente muchos matices. A pesar de lo que acabamos de decir no hay que olvidar que existen muchos términos que logran romper las barreras de los ámbitos especializados y se van infiltrando en el lenguaje común, una vez que las ideas científicas se han convertido en algo tan familiar a la vida diaria como los artilugios que nacen de la ciencia¹³⁷.

Aunque no siempre esos tecnicismos tienen el mismo significado que en el lenguaje común. La paráfrasis se utiliza entonces para enlazar el sentido de uno y otro.

También abundan en el lenguaje de la divulgación las preguntas retóricas que contribuyen al sensacionalismo, con adjetivos "espectaculares" y el abuso de símiles y metáforas a veces desproporcionadas, así como anglicismos como resultado de malas traducciones.

Se necesitan elementos de conexión del tipo "es decir, ..." y otros signos con funciones metalingüísticas. A veces, la redundancia es un recurso usado para dejar claro un concepto. "El razonamiento analógico ocupa en las obras de divulgación una posición privilegiada, porque es particularmente apto para que el lector relacione las nociones científicas con su experiencia corriente y su imaginación"¹³⁸. El

recurso a la analogía, característico de la divulgación, desempeña, pues, una función didáctica.

La comprensión del lector

El periodista Santiago Graíño, como vimos en el capítulo sobre Periodismo Científico, nos proporcionaba unas fórmulas mágicas para hacer frente al problema de redacción que supone el manejo de terminología científica. De nuevo retomamos este asunto partiendo de estudios con diferente enfoque.

En un artículo sobre la comprensión de los términos científicos por parte de los lectores publicado en *Journalism Quarterly*¹³⁹ en 1961 ya se decía que el florecimiento de la ciencia y la tecnología en el siglo XX enfrentaba al periodismo con una dificultad inesperada: el problema del vocabulario y conceptos científicos.

Sin una variedad de palabras y frases "inventadas", ni la ciencia, ni la tecnología, ni los negocios podrían funcionar hoy en día. Tampoco puede informarse adecuadamente al público de estos importantes aspectos de la vida moderna sin el recurso a términos que ni están en el vocabulario del hombre de la calle ni en el diccionario que él usa normalmente.

En el artículo citado de *Journalism Quarterly* se proponía que cada término técnico se clasificara en alguna de las siguientes categorías:

1. Términos lo suficientemente bien conocidos que el periodista puede usar libremente sin miedo a ser malentendido o a bloquear la comprensión del lector de la historia.
2. Términos no bien entendidos, pero para los que hay sustitutos aceptables más populares que no dañan la precisión de la historia.
3. Términos no bien entendidos y sin los que la historia no puede presentarse con precisión y ni puede aumentarse apreciablemente el conocimiento del lector del asunto. Éstos son los términos que el escritor debe esforzarse en definir y establecer para el lector.

Si el periodista científico infravalora los conocimientos del lector, perderá tiempo y espacio en definiciones redundantes y dirá menos de la historia de lo que podría haber dicho. Si los sobrestima, limitará el número de lectores. No se leen los artículos del periódico con el diccionario en la mano; y, además, muchos de los términos tampoco se encuentran en ellos.

Sin embargo, el problema de la comprensión del lenguaje de la ciencia va más allá de la terminología. Según Greg Myers¹⁴⁰, los no especialistas que tienen que leer textos científicos (incluidos estudiantes, profesores de idiomas, traductores, periodistas, administradores y políticos) a menudo piensan que su dificultad en la lectura es una simple cuestión de desconocimiento del vocabulario. Pero su problema no se resolverá ni siquiera recurriendo al mejor de los diccionarios -advierte este autor-, puesto que gran parte de la dificultad está en el proceso que conecta una frase con la siguiente. Para hacer estas conexiones, además del sentido de las palabras y de las funciones conectivas, el lector necesita conocer varias relaciones léxicas.

En general, este autor defiende que los lectores de artículos científicos deben conocer las relaciones léxicas para ver la cohesión implícita, mientras que los lectores de textos de divulgación deben ver las relaciones cohesivas para inferir las relaciones léxicas.

El hecho de que los textos científicos no usen pronombres, conjunciones o sustituciones para su cohesión, sino solamente repeticiones, los hace más arduos de seguir para el no especialista, mientras que la variedad de mecanismos en los textos de divulgación -añade Myers- contribuyen a explicitar la cohesión, permitiendo que los enlaces entre las frases sirvan como base para establecer las inferencias sobre los significados de cualquier término poco familiar.

Grado de especialización e índice de legibilidad

Para medir el grado de especialización o el índice de legibilidad de un texto, Javier Fernández del Moral define tres niveles o grados de especialización del lenguaje en su modelo de comunicación científica.¹⁴¹ En lo relativo a la forma del mensaje se establecen los niveles en función de la periodicidad del medio o canal y en función

del reparto entre los elementos *lingüísticos* (el texto propiamente dicho), *paralingüísticos* (textos con connotaciones adicionales: titulares, pies de fotos, ladillos, entradilla, sumarios, etc.) e *icónicos* (elementos de imagen: fotos, gráficas, dibujos, cuadros, etc.) del mensaje. En lo que se refiere al contenido, sólo mide dos parámetros: el *grado de especialización de los textos* y el *índice de legibilidad de Flesh*.

El *grado de especialización* ("G.E.") se obtiene por la siguiente fórmula, que no es más que una relación porcentual del número de palabras especializadas, monosémicas y polisémicas, respecto al total de palabras del texto.

$$G.E. = \frac{(N.P. + p + m) \times 100}{T}$$

donde "N.P." son los *nombres propios especializados*, "p" son los *polisémicos* (términos especializados con otras significaciones adicionales); "m" son los *monosémicos* (términos especializados con ninguna otra significación) y "T" es el *número total de palabras*.

El *índice o grado de legibilidad de Flesh* ("L") se define con la siguiente fórmula, que es la traducción cuantitativa de la llamada ley de Zip (el uso y la facilidad de utilización tiende a acortar las palabras empleadas en el lenguaje).

$$L = K - (k_1 l_f + k_2 l_p)$$

donde "K", "k₁" y "k₂" son constantes idiomáticas cuyos valores son 209, 1,15 y 0,68, respectivamente, "l_f" es la longitud media de las frases y "l_p" es la longitud media de las palabras.

Los niveles de especialización

Según los valores que se obtengan de aplicar las fórmulas anteriores, Fernández del Moral distingue tres niveles de especialización. El *primer nivel* corresponde a la divulgación más amplia y está dirigido a una audiencia más masiva y de menor nivel cultural. Pertenecen a este nivel los medios cuya periodicidad sea diaria (periódicos diarios, programas de esa periodicidad en otros medios). En este nivel se da una

mayor proporción de los elementos paralingüísticos e icónicos respecto a los lingüísticos. El grado de especialización es menor o igual que 1 ($G.E.<1$) y el grado de legibilidad mayor o igual que 70 ($L>70$).

Pertencen al *segundo nivel* los medios de periodicidad semanal (revistas semanales o suplementos de los diarios) o programas con secciones especializadas en otros medios. Aquí se equilibra la suma de icónicos y paralingüísticos por un lado con los lingüísticos por otro. El grado de especialización se encuentra entre 1 (exclusive) y 5 (inclusive) ($1<G.E.<5$) y el grado de legibilidad se sitúa entre 30 (inclusive) y 70 (exclusive) ($70>L>30$).

El *tercer nivel* es el de mayor especialización. Se permite ya una periodicidad más amplia, la correspondiente a la revista monográfica especializada. Se admite un mayor porcentaje de lingüísticos respecto a los icónicos y paralingüísticos. El grado de especialización es mayor que 5 ($G.E.>5$) y el grado de legibilidad menor que 30 ($L<30$).

6.4.5. Idioma y medios de comunicación

Suele decirse que los medios de comunicación son hoy en día los más importantes instrumentos de educación idiomática (otros son la educación básica y los grandes autores). En virtud de su omnipresencia y universalidad ofrecen un modelo de lengua¹⁴². Por esta misma razón, también a ellos se debe parte del deterioro que está sufriendo el español. La periodista Soledad Gallego-Díaz decía en un comentario al libro *El estilo del periodista*, de Alex Grijelmo:

... el periodismo español ha descuidado su principal herramienta, el lenguaje, hasta unos extremos ... difíciles de entender en la prensa británica, francesa o italiana de calidad. Y lo ha hecho precisamente en uno de los momentos en los que diarios y revistas, desconcertados por la competencia de la televisión y los canales tipo CNN, deberían cimentar su futuro en la calidad del texto.¹⁴³

Mas no debe perderse la esperanza; como señala Francisco Ayala, los medios "son neutros, e igualmente consentirán ser utilizados con fines de elevación cultural"¹⁴⁴.

En el primer Congreso Internacional de la Lengua Española que tuvo lugar en Zacatecas (México) en 1997, centrado especialmente en la relación lengua-medios

de comunicación, se propuso la creación de un libro de estilo común para todos los medios informativos que usan el español. "El proyecto pretende consensuar criterios en el manejo de ciertos vocablos como neologismos o extranjerismos, tanto para facilitar el trabajo de los periodistas como para evitar la dispersión idiomática. La idea ha cobrado impulso tras el veredicto de los expertos: las academias no pueden dar respuesta a estas demandas y son los medios los que deben buscar la solución"¹⁴⁵.

En Zacatecas estuvieron presentes dos periodistas miembros de la Real Academia Española. El periodista Juan Luis Cebrían afirmó que "los medios de comunicación nos sentimos a veces el ombligo del mundo y no tenemos el respeto debido a la autoridad de la lengua. Tenemos que ser humildes y respetuosos con las normas"¹⁴⁶. También pidió la publicación de un diccionario de topónimos, patronímicos y gentilicios no castellanos, que unifique su expresión en español, así como la creación de un léxico común que pueda ser aceptado por numerosos diarios de muchos países.

Por su parte, el periodista Luis María Ansón propuso la creación de un organismo bajo el control de la Real Academia Española y las academias hispanoamericanas, integrado por lingüistas y filólogos expertos, al que los medios de comunicación puedan consultar de forma inmediata sobre la aparición de nuevas palabras y la traducción de términos técnicos, haciendo frente, de este modo, al colonialismo lingüístico¹⁴⁷.

En cuanto al mundo de la ciencia y la tecnología, Ángel Martín Municio dijo en este Congreso que el español no está cumpliendo satisfactoriamente con su misión principal: dar nombre a las cosas.

Los términos nuevos no se crean en el lenguaje popular, sino en el de la ciencia. Cada año aparecen docenas de miles de nuevas creaciones a las que hay que dar nombre, y eso es algo que no está cumpliendo satisfactoriamente el español ... Creo que la creación de los términos científicos debe tener un gran sentido de la anticipación. Si no es así, nos encontramos a los muy pocos meses con que todos estamos en desacuerdo con los términos que se usan, y de acuerdo con que no tiene objeto usar un término correcto en español. Y eso es porque ha fallado ese sentido de la anticipación ... Para que tengamos una unidad terminológica en los países de habla española se necesita una política lingüística y que no esté penalizado, como lo está en nuestro país, el uso del español en la creación científica.¹⁴⁸

Comparte esta opinión y nosotros con él, Agustín Garrido, del Instituto Cervantes, para quien uno de los retos más importantes del español actual y futuro es el que plantea el lenguaje de carácter científico y técnico. Según Garrido, hay que realizar un esfuerzo por incorporar términos españoles a estas áreas de conocimiento siempre que “sirvan como alternativa internacional” para la comunidad hispanohablante¹⁴⁹.

Peligro en el ciberespacio

También se planteó en el Congreso de Zacatecas el peligro que para el idioma supone el ciberespacio (el *cyberspanGLISH* y el *europanto*). Según el Instituto Cervantes, en 1997 sólo un 2% de las entradas en Internet empleaba el castellano, frente al 90% en inglés y el 6% que se repartían el francés y el alemán.¹⁵⁰

La situación ha cambiado, y ahora el español es el segundo idioma en Internet, según el *Anuario 1999* del Instituto Cervantes¹⁵¹, y ello es debido “gracias a la labor de instituciones públicas como el Instituto Cervantes, la Real Academia Española y otras privadas como son los periódicos electrónicos”, señala Agustín Garrido en la presentación de este anuario¹⁵².

6.5. La metáfora en la divulgación científica

Se suele decir que el lenguaje, el primer instrumento de la razón del hombre, refleja más su tendencia a crear mitos que su tendencia a racionalizar. A través de él se simboliza el pensamiento, se expresa la mente, que adopta dos formas completamente distintas: la lógica discursiva, por un lado, y la imaginación creativa, por otro. En este contexto, la metáfora es el enlace intelectual entre lenguaje y mito¹⁵³.

La metáfora no es sólo un recurso de la literatura. El lenguaje de la ciencia está lleno de metáforas, y la mayoría de ellas *lexicalizadas*, incorporadas inconscientemente a nuestro lenguaje. *Metáfora* viene del griego *metaphora*, que significa “traslado, transporte”. Es una figura literaria por la cual una palabra toma significados distintos de los que en realidad tiene.

“Seguramente nos sorprende que la ciencia utilice la metáfora, lo que a simple vista parece, y según la retórica tradicional es un ‘puro recurso ornamental’. Asociamos fácilmente metáfora y poesía pero ¿y metáfora y ciencia? Algo aparentemente tan ambiguo, ¿podría expresar con precisión las leyes que rigen la naturaleza?”¹⁵⁴, se pregunta Beatriz Krayenbühl Gusi.

La metáfora y otros recursos estilísticos o literarios se utilizan eficazmente tanto en la divulgación de ideas y conceptos de la ciencia, en el periodismo científico y en la enseñanza, como en el propio proceso de razonamiento científico para la elaboración de modelos teóricos. No hay nada como una ilustración simple para explicar con claridad una idea compleja. La historia de la ciencia tiene muchos y buenos ejemplos de analogías y paralelismos establecidos con el fin de hacer más fácilmente comprensibles ideas, teorías o fenómenos con frecuencia muy áridos, algunos de ellos procedentes del periodismo científico. A veces, las comparaciones también pueden ser un arma de doble filo, y existe el riesgo de simplificar en exceso y de que el público acabe haciéndose una idea errónea de la realidad. El astrónomo Barry Madore, de la NASA y del Instituto de Tecnología de California, reflexiona sobre ello en una entrevista que mantuvimos con él:

Las analogías son útiles y peligrosas a la vez. Si se utilizan como desencadenantes del proceso de reflexión son tremendamente útiles, pero deben considerarse siempre incompletas en su diseño y no necesariamente como una representación completa del fenómeno, más complejo, que tratan de describir... yo temo un poco el uso de las analogías simples como herramienta didáctica.¹⁵⁵

6.3.2. Metáforas en astronomía

Podría ser el tema de un trabajo de investigación o tesis doctoral de no haberlo sido todavía. En cualquier caso, sirva la pequeña aportación que aquí hacemos recordando, sin ánimo de exhaustividad, algunas de las metáforas y analogías que se han utilizado para explicar ciertos conceptos astronómicos más o menos complejos y muchas veces convertidas en titulares de prensa (veremos muchas más a lo largo de esta tesis). De nuevo, restringimos la selección al campo de la astronomía, donde estos recursos son necesarios para la simulación dada la dificultad de comprobar en un laboratorio los fenómenos que describen el Universo, y también porque, como

hemos visto, su lenguaje se diferencia de otros por su estrecha relación con la metáfora.

Del globo con hormigas al bizcocho con pasas

Quizá una de las metáforas más conocidas es la que pretende ilustrar la expansión del Universo, por la cual todas las galaxias se alejan entre sí unas de otras a una velocidad proporcional a la distancia entre ellas. El símil más gráfico es el del globo con cierto número de puntos dibujados en él que se va hinchando uniformemente. “Conforme el globo se hincha, la distancia entre cada dos puntos aumenta, a pesar de lo cual no se puede decir que exista un punto que sea el centro de la expansión. Además, cuanto más lejos estén los puntos, se separarán con mayor velocidad”¹⁵⁶, explica Stephen Hawking (aunque el símil ya había sido utilizado con anterioridad por muchos otros autores). “El único inconveniente de esta analogía –nos advierte el astrónomo Mario Mateo, de la Universidad de Michigan (Estados Unidos)- es que el Big Bang se produce al final y no al principio!”¹⁵⁷.

Una variante de esta analogía convierte los puntos en hormigas, mientras que el divulgador científico Eric Chaisson recurre a “un frasco lleno de luciérnagas que se hubiera vertido en el espacio; las luciérnagas dentro del conjunto tendrían movimientos aleatorios a causa de sus caprichos particulares, pero el conjunto, como un cúmulo de galaxias, se movería en una determinada dirección”.¹⁵⁸

Otra analogía popular para el mismo fenómeno es la del pastel de pasas que se cuece al horno. Como recoge Dennis Overbye, “Einstein había predicho ya que las galaxias eran como pasas en un pastel que se hincha, empujadas hacia fuera por la misteriosa explosión del espacio y el tiempo mismos”.¹⁵⁹ Madore matiza, sin embargo, que no hay que confundir la física del pan con la física del Universo.

Espuma y pompas de jabón

La referencia a que la estructura a gran escala del Universo se asemeja a pompas de jabón es frecuente en la prensa. Cuenta la periodista Alicia Rivera: “A escala mucho mayor, la materia brillante del universo está distribuida de forma que la estructura se

asemeja a pompas de jabón, como dijo Margaret Geller, que descubrió esta distribución (con John Huchra) en los años ochenta. Las galaxias están en las paredes de *burbujas*, con enormes vacíos entremedias. Los científicos no saben aún cómo se formó esta estructura a gran escala a partir del Big Bang"¹⁶⁰.

La sopa de quarks

En la sopa de quarks se disuelven los protones y los neutrones del átomo. Con esta sopa propia de los primeros instantes después de la Gran Explosión, se pretende visualizar la textura que entonces tenía el Universo.

Los árboles y el bosque

Ignoramos quién lo sugirió por primera vez aplicado a la astronomía, pero aparece en muchos manuales de divulgación científica la idea de que estamos inmersos en el interior de un sistema cuya estructura sólo se puede apreciar desde fuera, como la forma de un bosque visto desde dentro en el que uno sólo ve árboles en todas las direcciones, aparentemente distribuidos al azar.

Millones de años luz

En la divulgación científica y, en especial, de temas astronómicos, son habituales por su gran utilidad las *transposiciones*, recurso que consiste en reducir hechos y cifras a escalas más comprensibles. “La referencia a conceptos a magnitudes que sean de conocimiento público o con los que el hombre medio esté familiarizado, ayudará a la comprensión”¹⁶¹, señala Manuel Calvo Hernando. Veamos algunos ejemplos.

Comencemos con la unidad para medir distancias en el Universo. “La misma costumbre de referirnos a distancias astronómicas en términos del tiempo que la luz emplea en recorrerlas, nos permite entender mejor el fenómeno: un objeto situado a 10.000 millones de años luz de nosotros emitió la luz que hoy nos llega hace esa misma cantidad de tiempo”¹⁶², explica Javier Armentia, director del Planetario de Pamplona.

El astrónomo Gary Da Costa, de la Universidad Nacional de Australia en Canberra, nos recordaba en una entrevista la analogía a la que recurría para explicar la escala de distancias entre las estrellas: “Cuando daba clase en la Universidad de Yale utilizaba con frecuencia la analogía de que si la distancia de la Tierra al Sol fuera más o menos la escala del aula, la estrella más cercana se encontraría más o menos a la distancia de California”¹⁶³.

Alicia Rivera recoge la siguiente analogía sugerida por el astrónomo estadounidense Alan Dressler: “Si nuestra galaxia, la Vía Láctea, a la que pertenece el Sol y 100.000 millones de estrellas más, tuviera el tamaño de una pequeña granja, con las otras del conjunto denominado Grupo Local salpicadas por la zona como granjas vecinas, ‘el universo tendría más o menos el tamaño de toda la Tierra’”¹⁶⁴.

Otras analogías empleadas para el tamaño del Sistema Solar y de la Vía Láctea utilizan campos de fútbol, pelotas de baloncesto y granos de arroz.

Los telescopios como máquinas del tiempo

El trabajo de un astrónomo encuentra paralelismos con el de un antropólogo o el de un arqueólogo en su descripción: "Excavamos para buscar pistas en un montón caótico de piedras y tratamos de ordenar esos fragmentos de información para comprender una historia pasada"¹⁶⁵, señala el astrónomo Evan Skillman, de la Universidad de Minnesota.

Eric Chaisson enriquece este paralelismo con otra metáfora: "Los astrónomos, pues, son historiadores; nuestros telescopios son efectivamente máquinas del tiempo". Con ellas retrocedemos temporal y espacialmente en el Universo. Nada de lo que existe en él puede verse en tiempo real, sino con un retraso equivalente a lo que la luz haya tardado en llegar al telescopio. La luz del Sol, por ejemplo, tarda 8 minutos en llegar a nosotros, lo que significa que si, de repente, nuestra estrella desapareciera, en la Tierra tardaríamos 8 minutos en enterarnos. "El presente no existe", concluye en sus charlas de divulgación Miquel Serra-Ricart, astrofísico del IAC y Administrador del Observatorio del Teide.

Al telescopio "Hale", de 200 pulgadas (5m), bautizado en honor del astrónomo y fundador de los Observatorios de Monte Wilson y Monte Palomar, Geroge Ellery Hale (1868-1938), se le llamó "el gran ojo". Al radiotelescopio de Arecibo, "la gran oreja". Muchas analogías están surgiendo en torno a la nueva generación de grandes telescopios, especialmente en alusión a su alcance. Así, del "Gran Telescopio Canarias" se dice que, con 250 toneladas, se moverá con increíble suavidad y precisión, siendo capaz de apuntar al canto de una moneda de 100 pesetas situada a 17 km de distancia. También podrá distinguir separados los faros de un coche situados a 20.000 km (la distancia España-Australia) y "ver" una vela encendida en Moscú. En un reportaje sobre este telescopio, *La Provincia* decía "El Gran Telescopio tendrá la visión de cuatro millones de pupilas humanas"¹⁶⁶, mientras que *Abc* titulaba "Canarias, mirador del océano cósmico"¹⁶⁷.

Refiriéndose a la capacidad para medir las distancias de las estrellas de un satélite, *Abc* titulaba "Hipparcos, agrimensor del Universo"¹⁶⁸.

Piel de cebolla

Cuando una estrella agota su combustible adquiere una estructura formada por un núcleo rico en hierro y níquel de gran densidad rodeado de capas bien diferenciadas formadas por distintos elementos. Esta estructura, conocida como *piel de cebolla*, se enfría comprimiéndose más aún el núcleo hasta un punto en que empieza a hundirse sobre sí mismo, a colapsar, desprendiéndose de las capas exteriores. En el caso de las nebulosas planetarias, el astrofísico y divulgador científico Ignacio García de la Rosa las definió como “estrellas que están haciendo *streap-tease*”.¹⁶⁹

Los sumideros del tiempo

Los agujeros negros son los sumideros del tiempo. Como explicación de un agujero negro: “Es como si se tomaran 1.200 millones de estrellas del tipo de nuestro Sol y se apretaran hasta dejarlas reducidas a un volumen del tamaño de una uña” (aunque en realidad no tiene tamaño, porque es una singularidad). Así se explicaba en la prensa un agujero negro descubierto por el Hubble en la galaxia NGC 4261, en la constelación de Virgo¹⁷⁰.

Parto estelar

Este tipo de personificaciones son habituales en ciencia. En una entrevista al astrónomo José Cernicharo, del CSIC, sobre “formación estelar inducida” se explicaba cómo una estrella madre en una nebulosa da lugar a una generación de estrellas. La periodista –Mónica Salomone– tituló “Reproducción estelar en cadena”, que en una posterior repercusión de la noticia acabó como “parto estelar”.

El Cometazo

En el artículo ya mencionado, Krayenbühl nos recuerda algunas metáforas referidas al choque del cometa *Shoemaker-Levy* con Júpiter y que fueron en su día publicadas en *La Vanguardia*:

“Júpiter devorará a un cometa”, “el próximo verano, un astro vagabundo se precipitará sobre el mayor planeta del sistema solar”, “un astro atrapado por la gravedad”, “se trataba de un

extraño tren de objetos nebulosos alineados de forma casi perfecta", "el rosario de cometas", "el reflejo fantasmagórico de la imagen de alguna estrella".

La expresión *El Cometazo* fue acuñada en la redacción de *El País* para referirse a este acontecimiento cósmico, mientras que *La Voz de Asturias* titulaba "Júpiter encajó la mayor 'pedrada'"¹⁷¹. Sobre su efecto, *Abc* tituló "El mayor impacto del cometa SL-9 superó en potencia el arsenal nuclear de la Tierra"¹⁷².

Experiencias contrarias al sentido común

Algunas metáforas o analogías surgen ante el problema de entender lo que es contrario al sentido común o a nuestra experiencia cotidiana, como sucede con la teoría de la relatividad, en la que el tiempo se dilata, o con la mecánica cuántica, donde un átomo puede existir simultáneamente en dos sitios a la vez.

También Einstein imaginó y estableció algunas paradojas en relación con sus descubrimientos. Como recuerda Calvo Hernando, una de las curiosidades más repetidas es una quintilla sobre la relatividad. En ella, a la paradoja se añade la personificación, que en ocasiones puede ser una metáfora:

*Había una joven llamada Bright
que viajaba mucho más aprisa que la luz
Un día partió
por el camino de la Relatividad
y volvió la noche anterior.*¹⁷³

Otras metáforas y analogías

Mario Mateo nos recuerda la siguiente relación de analogías clásicas: el movimiento orbital de un electrón en torno a un núcleo como si fuera una versión a escala del Sistema Solar; un patinador sobre hielo que gira para ilustrar varios tipos de problemas sobre el momento angular en astronomía, como la formación del Sistema Solar, etc.; el faro como un modelo para los púlsares; y las comparaciones del comportamiento de las estrellas de alta y baja masa con el de las personas, es decir, personas que tienen vidas intensas pero cortas, o el hecho de que los coches grandes agoten antes su combustible y, por lo tanto, recorran distancias menores con una cantidad dada de combustible que los coches más pequeños¹⁷⁴.

También somos –como hemos visto– “polvo de estrellas”, metáfora muy utilizada en la divulgación. Mencionemos, igualmente, expresiones como *semillas*, *arrugas* y *cosmosomas*, para referirse a estructuras embrionarias del Universo, o expresiones como *el eco del Big Bang*, en referencia a la radiación procedente de esa Gran Explosión. Todas ellas serán abordadas en la Cuarta Parte de este trabajo.

Añadamos algunos otros ejemplos, que se ampliarán en la Quinta Parte, de cómo los titulares de prensa juegan con las metáforas y otros recursos literarios. Así, *Abc* titulaba con “La furia del Sol”¹⁷⁵ un reportaje que presentaba los últimos resultados obtenidos con el satélite *SOHO* entre otros y que desvelaba algunos secretos de nuestra estrella. *El País* también se refería a ello titulado “Espionaje del Sol con el satélite *SOHO*”¹⁷⁶.

En otro artículo de *Abc* titulado “Jaque a la Teoría de la Relatividad”¹⁷⁷ se trataba la polémica científica por el hallazgo de un eje que orienta al Universo y para el que los científicos han acuñado el *efecto sacacorchos*.

“Los pesos ligeros ganan el primer asalto”¹⁷⁸, titulaba *El País* refiriéndose a que los objetos masivos propuestos como materia oscura no son suficientes y, en su lugar, sí lo podrían ser las partículas ligeras *wimp* o los *neutrinos*.

NOTAS

- ¹ El presente capítulo recoge información de este libro por considerarlo de gran interés en nuestra investigación. **GUTIÉRREZ RODILLA, Bertha M.** *La ciencia empieza en la palabra. Análisis e historia del lenguaje científico*. Ediciones Península. Barcelona, octubre de 1998, 1ª edición. Págs. 315-332.
- ² **DE IRAZAZÁBAL NERPELL, Amelia.** “La terminología científica. Su enseñanza en Lengua Española”, en *Política Científica*. N. 38, noviembre de 1993. Pág. 52.
- ³ Centro de Información y Documentación Científica (CINDOC) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).
- ⁴ En nuestro estudio, la ciencia y la tecnología forman una unidad conceptual que subyace a la expresión *lenguaje científico* aquí utilizada.
- ⁵ **AMAT, Nuria.** *De la información al saber*. Fundesco. Madrid, 1990. Pág. 121.
- ⁶ En el sentido de disciplina, *terminología* se define como “el estudio y el campo de actividad relacionado con la recopilación, la descripción y la presentación de términos, es decir, los elementos léxicos que pertenecen a áreas especializadas de uso en una o más lenguas”. **SAGER, Juan C.** *Curso práctico sobre el procesamiento de la terminología* (A Practical Course in Terminology Processing). Trad. por Laura Chumillas Moya. Fundación Germán Sánchez Ruipérez y Ediciones Pirámide (Biblioteca del Libro 57). Madrid, 1993. Pág. 21.
- ⁷ Para más información sobre esta relación entre terminología y ciencias de la información, véase **SAGER, op. cit.** Págs. 25-27.
- ⁸ Entrevista personal con Terence Mahoney.
- ⁹ **GUTIÉRREZ RODILLA, op. cit.** Pág. 186.
- ¹⁰ **SAGER, op. cit.** Pág. 150.
- ¹¹ *Ibidem.* Pág. 153.
- ¹² *Ibidem.* Pág. 42.
- ¹³ Según la norma DIN 2342 Parte I, recogida en **ARNTZ, Reiner, y PICTH, Heribert.** *Introducción a la terminología*. (Einführung in die Terminologiearbeit) Trad. por Amelia de Irazazábal, María José Jiménez, Erika Schwarz y Susana Yunquera. Fundación Germán Sánchez Ruipérez y Ediciones Pirámide. (Biblioteca del Libro 64). Madrid, 1995 (e.o. 1989). Pág. 28.
- ¹⁴ **SAGER, op. cit.** Pág. 154.
- ¹⁵ Para este autor, la *norma social* “representa una síntesis de la visión colectiva de la comunidad, ratificada tácitamente por sus miembros, y determina, a nivel supraindividual, no sólo la región ocupada por un concepto dado sino también los límites de los espacios disciplinarios y la configuración de los conceptos dentro de una disciplina”. **SAGER, op. cit.** Pág. 40.
- ¹⁶ *Ibidem.* Págs. 154-155.
- ¹⁷ Esta idea no es compartida por Mahoney, quien piensa que cualquier lengua dispone de una infinidad de posible terminología, siendo muy elevado el número de permutaciones del conjunto de morfemas aceptados.
- ¹⁸ **ARNTZ y PICTH, op. cit.** Pág. 18.
- ¹⁹ **GUTIÉRREZ RODILLA, op. cit.** Pág. 39.
- ²⁰ *El País*, 12/9/94.
- ²¹ **GARRIDO MEDINA, Joaquín.** *Idioma e información. La lengua española de la comunicación*. Editorial Síntesis (Colección Periodismo). Madrid, 1994. Pág. 232.
- ²² *Ibidem.* Pág. 249.
- ²³ **GUTIÉRREZ RODILLA, op. cit.** Pág. 19.
- ²⁴ *Ibidem.* Pág. 20.
- ²⁵ **CABRÉ, M. Teresa.** *La terminología: teoría, metodología, aplicaciones*. Editorial Antártida/Empuries. Barcelona, 1993.
- ²⁶ **Diccionario de la Lengua Española.** Versión en CD-ROM de la 21ª edición del Diccionario usual de la Real Academia Española.
- ²⁷ A la Real Academia Española se le suele añadir “de La Lengua”, aunque así no figura en el nombre oficial.
- ²⁸ **ARNTZ y PICTH, op. cit.** Pág. 25.
- ²⁹ **SAGER, op. cit.** Pág. 46.
- ³⁰ Recogido en **GUTIÉRREZ RODILLA, op. cit.** Pág. 25.
- ³¹ **DE VEGA, Pilar.** “El orden de lo enigmático. Sobre el léxico científico y técnico”, en *Nueva Revista*, N. 46. Verano, 1996. Págs. 118-124.
- ³² Para más información sobre las metas del “discurso científico”, véase **GUTIÉRREZ RODILLA, op. cit.** Págs. 30-36.
- ³³ A veces, para ganar en precisión, se recurre deliberadamente al empleo de sinónimos para deshacer posibles ambigüedades, al igual que en la divulgación científica.
- ³⁴ **CALVO HERNANDO, Manuel.** *Periodismo Científico*. Editorial Paraninfo. Madrid, 1977, 1ª edición. Pág. 152.
- ³⁵ *Ibidem.* Pág. 149.
- ³⁶ **DE IRAZAZÁBAL NERPELL, art. cit.** Pág. 52.
- ³⁷ Recogido en **CALVO HERNANDO, Periodismo... 1977. op. cit.** Pág. 153.
- ³⁸ *El País*, 10/5/95
- ³⁹ *Ibidem.*
- ⁴⁰ *Ibidem.* Pág. 156.
- ⁴¹ **KRAYENBÜHL GUSI, Beatriz.** “Palabras con mucho sentido”, en *La Vanguardia* (“Ciencia y Tecnología”), 2/7/94.
- ⁴² **DE VEGA, art. cit.**
- ⁴³ Recogido en **SAGER, op. cit.** Pág. 137.
- ⁴⁴ *Ibidem.* Pág. 138.
- ⁴⁵ *El País*, 20/11/94.
- ⁴⁶ *Ibidem.*
- ⁴⁷ *El País*, 1/8/97
- ⁴⁸ **AMAT, op. cit.** Pág. 161.

⁴⁹ De Vega ilustra este último caso con el ejemplo de la *enfermedad de Creutzfeldt-Jakob* o *encefalopatía espongiiforme*, conocida por el seudónimo más comercial de *enfermedad de las vacas locas*. DE VEGA, *art. cit.*

⁵⁰ ALVAR EZQUERRA, Manuel. *La formación de palabras en español*. Arco Libros (Cuadernos de Lengua Española). Madrid, 1993. Pág. 10.

⁵¹ KRAYENBÜHL GUSI, *art. cit.*

⁵² Sobre los mecanismos lingüísticos de reducción de términos existe cierto caos terminológico y disparidad de criterios. “Es imposible saber qué se debe englobar exactamente bajo los términos *acrónimo*, *abreviatura*, *sigla*, *abreviación*, *braquigrafía*, *truncamiento* o *truncación*, *signo abreviativo*... hay quien considera, por ejemplo, que la siglación o la abreviación constituyen un apartado dentro de la acronimia, mientras que otros autores las explican como independientes; como hay quien opina que un acrónimo es una sigla que tiene pronunciación silábica, mientras que otros creen que es el resultante de que en una palabra se elimine la parte interior y permanezca el principio y el final y aun otros o, también, que un acrónimo es un término derivado a partir de una sigla”. GUTIÉRREZ RODILLA, *op. cit.* Pág. 134. La RAE zanja la cuestión con la siguiente definición: “Palabra formada por las iniciales, y a veces, por más letras, de otras palabras: RE(d) N(acional) (de) F(errocarriles) E(spañoles)”.

⁵³ Paralaje-segundo.

⁵⁴ DE VEGA, *art. cit.*

⁵⁵ ALVAR EZQUERRA, *op. cit.* Pág. 10. Con respecto a los datos aquí expresados, téngase en cuenta el año de edición de este libro (1993).

⁵⁶ *Ibidem*.

⁵⁷ CLAVERÍA y TORRUELLA, en SAGER, *op. cit.* Págs. 335-336.

⁵⁸ *Ibidem*.

⁵⁹ Sobre estas modalidades también existe caos terminológico y varían según los autores. Véase GUTIÉRREZ RODILLA, *op. cit.* Pág. 190.

⁶⁰ Opiniones encontradas mantienen las dos Academias -la Real Academia Española y la Academia de Ciencias- por lo que respecta a “cuásar/cuásar”, pues si la de la Lengua se decanta por la primera forma, admitiendo como variante la segunda, la de Ciencias opta por la solución contraria. (Véase el capítulo sobre *Cuásares*).

⁶¹ DE VEGA, *art. cit.*

⁶² *Cluster* se traduce por “cúmulo” en el ámbito de la astronomía profesional, y así lo encontramos en el DRAE, donde *cúmulo* (estelar) se define como “agrupación, muy espesa a la vista, de estrellas de magnitud aparentemente pequesísima; como la Vía Láctea” (aunque propiamente ésta es una *galaxia*, diferenciada astrofísicamente de un *cúmulo*).

⁶³ *Ibidem*.

⁶⁴ *Ibidem*.

⁶⁵ Véase GUTIÉRREZ RODILLA, *op. cit.* Pág. 183.

⁶⁶ *Ibidem*. Págs. 185-186.

⁶⁷ Extraído de un estudio publicado en la revista *Mundo Científico* sobre la proporción que ha alcanzado la labor investigadora de la Universidad española en las bases de datos internacionales y recogido en AMAT, *op. cit.* Pág. 72.

⁶⁸ CLAVERÍA y TORRUELLA, en SAGER, *op. cit.* Pág. 315.

⁶⁹ GUTIÉRREZ RODILLA, *op. cit.* Págs. 187-188.

⁷⁰ Ignoramos si la razón de escribir *Big Bang* entre comillas forma parte de la propuesta en sí o es una forma de destacar el ejemplo en el conjunto de la respuesta. Lo mismo cabe decir de su uso en cursiva, sobre todo dada la circunstancia de que la mayoría de los encuestados respondieron el cuestionario por escrito y “a mano”.

⁷¹ Hay que tener en cuenta la desigualdad numérica entre el número de periodistas científicos que contestaron (19) y el de astrónomos (63), proporción similar a la que posiblemente exista en España entre estas dos categorías profesionales, si nos atenemos a los datos proporcionados por la Sociedad Española de Astronomía, según la cual existen más de 400 astrónomos profesionales en nuestro país, y la Asociación Española de Periodismo Científico, con más de 100 miembros. (Entre los astrónomos que contestaron se cuentan algunos de origen hispano, no español, y otros de origen anglosajón e italiano, pero que actualmente hacen astronomía en España).

⁷² Entrevista personal con Terence Mahoney.

⁷³ *Ibidem*.

⁷⁴ *Falsos amigos* son aquellos términos de distintas lenguas tan semejantes en la forma, que, pese a tener diferentes significados, suelen convertirse uno en otro, equivocadamente, en una traducción.

⁷⁵ “El español es la lengua oficial de 21 países, desde el continente americano a Guinea Ecuatorial. 345 millones de personas comparten el mismo idioma. A ellos se suman los casi 30 millones de hispanohablantes que hay en Filipinas y en Estados Unidos. Todo ello se traduce en 20.000 publicaciones periódicas y en una suma creciente de empresas radiofónicas, televisivas y editoriales.” (*El País*, 7/4/97). El español es la cuarta lengua del mundo, tras el chino (mandarín), el inglés y el hindi. El inglés lo hablan como primera lengua 430 millones de habitantes, pero en total es hablado como primera y segunda lengua por 1.100 millones de habitantes. (Datos de Vicent Verdú, “El habla única”, en *El País*, 12/9/97).

⁷⁶ GUTIÉRREZ RODILLA, *op. cit.* Pág. 195.

⁷⁷ *Diario de Avisos*, 9/9/91.

⁷⁸ DE IRAZAZÁBAL NERPELL, *art. cit.* Pág. 53.

⁷⁹ ARNTZ y PICHT, *op. cit.* Pág. 20.

⁸⁰ *Ibidem*.

⁸¹ GUTIÉRREZ RODILLA, *op. cit.* Pág. 199.

⁸² ISO también son las siglas del satélite *Infrared Space Observatory*, en el que participó el Instituto de Astrofísica de Canarias con instrumentación científica.

⁸³ ARNTZ y PICHT, *op. cit.* Pág. 212.

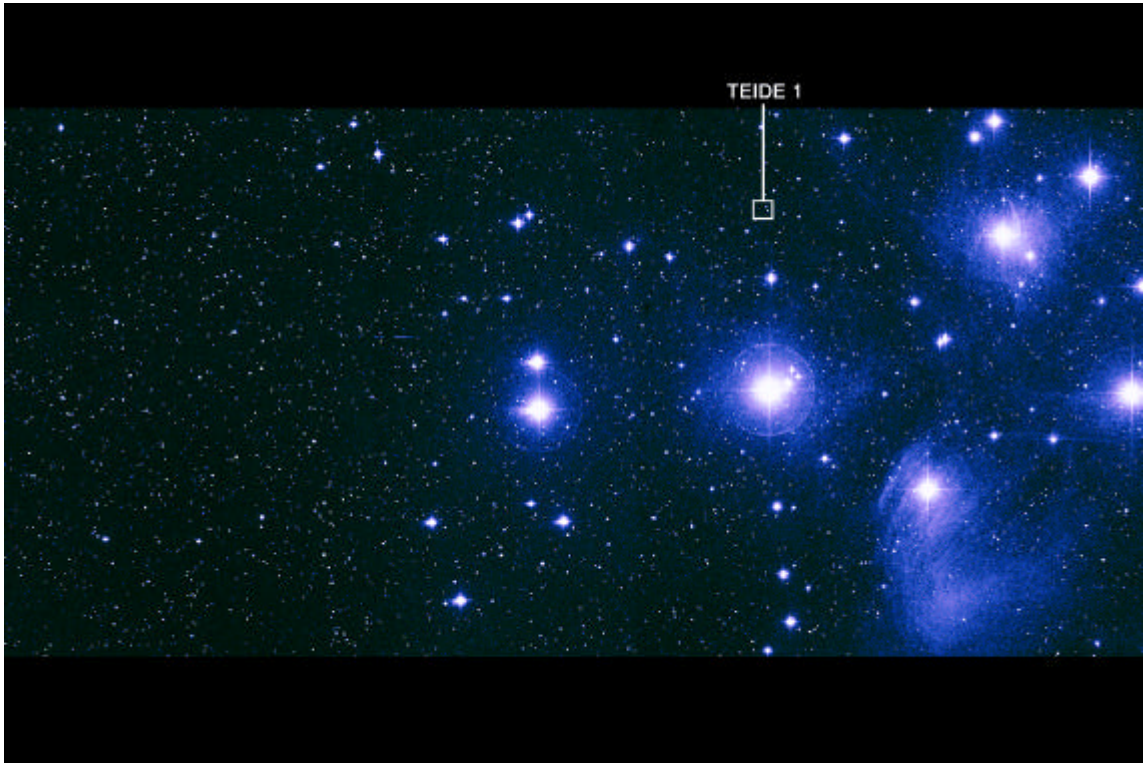
⁸⁴ MUÑIZ CASTRO, Emilio. “Terminología técnica en español: 150 años entre la nada y la esperanza”, en *Diálogo Iberoamericano*, N. 16, agosto de 1998.

⁸⁵ Esta Academia fue creada en 1847 por un Real Decreto de Isabel II.

⁸⁶ Acuerdo del 20 de octubre de 1848.

- ⁸⁷ MUÑOZ CASTRO, *art. cit.*
- ⁸⁸ Destaca la figura de Leonardo Torres Quevedo, quien impulsó la creación de la Unión Internacional Hispanoamericana de Bibliografía y Tecnología Científicas.
- ⁸⁹ Las anteriores ediciones se publicaron en 1983 y 1990.
- ⁹⁰ *Vocabulario científico y técnico*, de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Espasa Calpe. Madrid, 1996, 3ª edición.
- ⁹¹ *Abc*, 11/4/97. (Felipe Jiménez, enviado especial)
- ⁹² *Vocabulario científico y técnico... op. cit.* Prólogo a la 1ª edición. Pág. XIV.
- ⁹³ Recogido en DE VEGA. "Factores extralingüísticos en la selección terminológica del Vocabulario científico y técnico de la Real Academia de Ciencias de España", en el Seminario "Semana Hispánica" organizado por la Universidad de Augsburgo (Alemania), en diciembre de 1997. (Pendiente de publicación). De Vega mantiene la ortografía original de la 2ª edición de 1847.
- ⁹⁴ *Vocabulario científico y técnico ... op. cit.*
- ⁹⁵ Extraído de los Estatutos de la Asociación Española de Terminología, proporcionados por la Dra. Sofía Álvarez, del CINDOC.
- ⁹⁶ GUTIÉRREZ RODILLA, *op. cit.* Pág. 209.
- ⁹⁷ *Ibidem.*
- ⁹⁸ *Ibidem.* Pág. 220.
- ⁹⁹ DE VEGA, Pilar. "El léxico de la Astrofísica en los textos", en el curso de verano de la UNED "Astrofísica: Proyección filosófica y literaria", 1993.
- ¹⁰⁰ *Ibidem.*
- ¹⁰¹ Ejemplos tomados de DE VEGA, "Factores extralingüísticos ...", *art. cit.* Pág. 11. Esta autora a su vez cita como fuente a COMELLAS, José Luis. *Vida y muerte de las estrellas*. Equipo Sirius. Madrid, 1992.
- ¹⁰² *Ibidem.* Pág. 11.
- ¹⁰³ GUTIÉRREZ RODILLA, *op. cit.* Pág. 198.
- ¹⁰⁴ Al término de la elaboración de esta tesis, tal comisión ya se había constituido y la autora del presente trabajo forma parte de ella.
- ¹⁰⁵ *The Oxford English Dictionary*. Oxford Carendon Press. Oxford, 1989, 2ª edición.
- ¹⁰⁶ MARTÍNEZ ALBERTOS, J.L. *El lenguaje periodístico*. Editorial Paraninfo. Madrid, 1989.
- ¹⁰⁷ *Ibidem.* Pág. 45.
- ¹⁰⁸ MARTÍNEZ ALBERTOS, José Luis. *Redacción Periodística. Los estilos y los géneros en la prensa escrita*. Editorial A.T.E. (Colección "Libros de Comunicación Social"). Barcelona, 1982, 2ª edición. Pág. 12.
- ¹⁰⁹ SÁNCHEZ-BRAVO CENJOR, A. *Periodistas. Mensajeros, escribas y retóricos*. Ediciones Pirámide (Colección Medios). Madrid, 1979. Pág. 143.
- ¹¹⁰ MARTÍNEZ ALBERTOS, *Redacción ... op. cit.* Pág. 11
- ¹¹¹ *Ibidem.*
- ¹¹² SÁNCHEZ-BRAVO CENJOR, *op. cit.* Pág. 117.
- ¹¹³ *Ibidem.* Pág. 129.
- ¹¹⁴ CASASÚS, Josep María, y NÚÑEZ LADEVÉZE, Luis. *Estilo y géneros periodísticos*. Ariel Comunicación. Barcelona, octubre de 1991, 1ª edición. Pág. 43.
- ¹¹⁵ Idea del académico Fernando Lázaro Carreter en sus manuales de Lengua Española.
- ¹¹⁶ Recogido en MARTÍNEZ ALBERTOS, *Redacción ... op. cit.* Págs. 11-12.
- ¹¹⁷ *Ibidem.* Pág. 20.
- ¹¹⁸ MARTÍNEZ ALBERTOS, *El lenguaje ... op. cit.* Pág. 80.
- ¹¹⁹ Véase BOSTIAN, Lloyd R. "How Active, Passive and Nominal Styles Affect Readability of Science Writing", en *Journalism Quarterly*, Vol. 60, 1983. Págs. 635-640.
- ¹²⁰ La *nominalización* consiste en convertir en nombre o en sintagma nominal una palabra o una porción de discurso cualquiera, mediante algún procedimiento morfológico o sintáctico. (Definición del DRAE, *op. cit.*)
- ¹²¹ La *voz activa* es la forma de conjugación que sirve para significar que el sujeto del verbo es agente (el que realiza la acción del verbo). La *voz pasiva* es la forma de conjugación que sirve para significar que el sujeto del verbo es paciente (el que recibe o padece la acción del agente). (Definiciones del DRAE, *op. cit.*)
- ¹²² NÚÑEZ LADEVÉZE, Luis. "La gramática y el estilo en el periodismo científico" en *Comunicación y Sociedad*, Vol. V, N. 1 y 2, 1992. Págs. 31-50. Este texto corresponde a la conferencia pronunciada por el autor en la Facultad de Ciencias de la Información dentro del curso *La Sociedad en la Información*.
- ¹²³ *Ibidem.* Pág. 40.
- ¹²⁴ CASASÚS y NÚÑEZ LADEVÉZE, *op. cit.* Pág. 136.
- ¹²⁵ Recogido en CALVO HERNANDO, Manuel. *Periodismo Científico*. Editorial Paraninfo. Madrid, 1992. (2ª edición revisada y ampliada). Pág. 100.
- ¹²⁶ *Ibidem.*
- ¹²⁷ GUTIÉRREZ RODILLA, *op. cit.* Págs. 315-332.
- ¹²⁸ *Ibidem.* Pág. 321.
- ¹²⁹ *Ibidem.* Pág. 322.
- ¹³⁰ *Libro de estilo de El País*. Ediciones El País, mayo de 1990, 4ª edición. Pág. 43.
- ¹³¹ GUTIÉRREZ RODILLA, *op. cit.* Págs. 324-325.
- ¹³² *Libro de estilo de El País. op. cit.* Pág. 43.
- ¹³³ Martín Yriart en CALVO HERNANDO, *Periodismo ... 1992, op. cit.* Pág. 100.
- ¹³⁴ GUTIÉRREZ RODILLA, *op. cit.* Pág. 325.
- ¹³⁵ Martín Yriart en CALVO HERNANDO, *Periodismo ... 1992, op. cit.* Pág. 101.
- ¹³⁶ GUTIÉRREZ RODILLA, *op. cit.* Págs. 326-327.
- ¹³⁷ *Ibidem.*

- ¹³⁸ *Ibidem*. Pág. 331.
- ¹³⁹ **KEARL, Bryant, y POWERS, Richard D. Powers**. "Estimating Understanding of Scientific Terms", en *Journalism Quarterly*, 38:221-3 (1961). Págs. 221-228.
- ¹⁴⁰ **MYERS, Greg**. "Lexical Cohesion and Specialized Knowledge in Science and Popular Science Texts", en *Discourse Processes* 14, 1991. Págs. 1-26. Documentación facilitada para este trabajo por Sally Burgess, de la Facultad de Filología de la Universidad de La Laguna.
- ¹⁴¹ **FERNÁNDEZ DEL MORAL, Javier**. *Modelos de comunicación científica para una información periodística especializada*. Editorial Dossat. Madrid, 1983. Págs. 126-129.
- ¹⁴² **GARRIDO MEDINA, op. cit.** Pág. 14.
- ¹⁴³ *El País*, 11/10/97.
- ¹⁴⁴ *El País*, 10/5/95.
- ¹⁴⁵ *El País*, 10/4/97. Además de estos criterios comunes a adoptar frente a neologismos y extranjerismos, el manual de estilo incluirá aspectos grafemáticos: uso de mayúsculas, de cursivas, de puntos y comas en las cifras y hasta la manera de agrupar los números telefónicos y sus prefijos.
- ¹⁴⁶ *Diálogo Iberoamericano*, N. 9. Mayo-Junio de 1997.
- ¹⁴⁷ *Ibidem*.
- ¹⁴⁸ *Abc*, 11/4/97.
- ¹⁴⁹ Recogido en *Forum Calidad* 97/98. Págs. 15-16
- ¹⁵⁰ *El País*, 10/4/97.
- ¹⁵¹ En *Forum Calidad* 87/98. Pág. 15.
- ¹⁵² *Ibidem*.
- ¹⁵³ Esta relación se analiza en **CASSIRER, Ernst**. *Language and Myth*. Trad. por Susanne K. Langer. Nueva York, 1946.
- ¹⁵⁴ **KRAYENBÜHL GUSI, art. cit.**
- ¹⁵⁵ "De analogías y metáforas" en el suplemento especial de *IAC Noticias* sobre la *VIII Canary Islands Winter School of Astrophysics*, titulada "Stellar Astrophysics for the Local Group: a first step to the Universe" (Astrofísica estelar para el Grupo Local: un primer paso hacia el Universo) y celebrada en el Campus de Guajara, Universidad de La Laguna (Tenerife), del 2 al 13 de diciembre de 1996. Págs. 26-27.
- ¹⁵⁶ **HAWKING, Stephen W.** *Historia del tiempo. Del big bang a los agujeros negros*. (A Brief History of Time. From the Big Bang to Black Holes). Trad. por Miguel Ortuño. Introd. de Carl Sagan. Editorial Crítica. Barcelona, 1989, 9ª edición (e.o. 1988). Pág. 68.
- ¹⁵⁷ "De analogías y metáforas", *art. cit.*
- ¹⁵⁸ **CHAISSON, Eric**. *Relatividad, agujeros negros y el destino del Universo* (Relatively speaking, relativity black holes, and the fate of the Universe). Trad. por Neus Galí. Plaza & Janés Editores/Muy Interesante. Barcelona, 1990. Pág. 22.
- ¹⁵⁹ **OVERBYE, Dennis**. *Corazones solitarios en el Cosmos*. (Lonely Hearts of the Cosmos). Trad. por María del Mar Moya y Miquel Muntaner. Editorial Planeta (Documentos). Barcelona, 1992, (e.o. 1991). Págs. 61-62.
- ¹⁶⁰ *El País*, 13/4/97.
- ¹⁶¹ **CALVO HERNANDO, Manuel**. *Manual de Periodismo Científico*. Bosch Casa Editorial Paraninfo. Barcelona, enero de 1997, 1ª edición. Pág. 89.
- ¹⁶² **ARMENTIA, Javier**. "Los objetos más distantes del Universo" en *Universo*, N. 4, agosto de 1995. Pág. 40.
- ¹⁶³ "De analogías y metáforas", *art. cit.*
- ¹⁶⁴ *El País*, 13/4/97.
- ¹⁶⁵ "De analogías y metáforas", *art. cit.*
- ¹⁶⁶ *La Provincia*, 17/2/99.
- ¹⁶⁷ *Abc*, 15/8/97.
- ¹⁶⁸ *Abc*, 21/2/97.
- ¹⁶⁹ **GARCÍA DE LA ROSA, Ignacio**. "Los 'ojos' del Cosmos. ¿Qué queremos saber sobre el Universo pero no nos atrevemos a preguntar", en el seminario "La docencia de la Astronomía en las Enseñanzas Medias. Un curso de apoyo al Profesorado", organizado por la sede de la UIMP en Tenerife, en colaboración con el IAC, del 3 al 7 de marzo de 1997.
- ¹⁷⁰ *El País*, 5/12/95.
- ¹⁷¹ *La Voz de Asturias*, 21/7/94.
- ¹⁷² *Abc*, 20/7/94.
- ¹⁷³ **CALVO HERNANDO, Manual... op. cit.** Pág. 90.
- ¹⁷⁴ "De analogías y metáforas", *art. cit.*
- ¹⁷⁵ *Abc*, 29/8/97.
- ¹⁷⁶ *El País*, 15/1/97.
- ¹⁷⁷ *Abc*, 2/5/97.
- ¹⁷⁸ *El País*, 10/12/97.



Cúmulo de las Pléyades.

Imagen de este cúmulo de estrellas donde se indica la localización de la enana marrón *Teide 1*. Su descubrimiento con el telescopio *IAC 80*, del Observatorio del Teide (Tenerife), probó en 1995 la existencia de este tipo de objetos.
© *María Rosa Zapatero Osorio (IAC)*.

SEGUNDA PARTE:

Historia de la nomenclatura astronómica

En esta Segunda Parte, dedicada a la historia de la nomenclatura astronómica, desde la antigüedad hasta nuestros días, ilustraremos un proceso que incluye tanto la mitología grecolatina como el exotismo de los Mares del Sur. Leyendas y metáforas que han acompañado el devenir astronómico hasta que la complejidad y la amplitud alcanzadas en el conocimiento del Universo han obligado a establecer unas normativas estándar para la designación de cuerpos u objetos astronómicos, basándose más en sus coordenadas matemáticas que en la riqueza semántica de las palabras.

En pro de un justificado pragmatismo, apoyado en el carácter internacional de la ciencia, ya no es fácil encontrar en la nomenclatura astronómica el poder de ensoñación y la capacidad sugeridora que caracterizó a los nombres de las más antiguas constelaciones. Sin embargo, junto a designaciones prosaicas y frente al imperio funcional de los números y de las letras, persisten términos alegóricos, a la vez que siguen creándose otros, quizá para evitar que la astronomía pierda romanticismo.

Pensamos que esta introducción histórica a la selección de casos que ofreceremos en la Tercera Parte y al experimento del que hablaremos en la Cuarta Parte, podría ayudar a un informador de la actualidad científica, especialmente cuando la nomenclatura astronómica está apareciendo en los medios de comunicación asociados a los principales descubrimientos en el campo. Tal es el caso, por ejemplo, de los nombres de las estrellas en torno a las cuales se han encontrado los primeros planetas fuera de nuestro Sistema Solar (*51 Peg, 70 Vir, 47 UMa, ...*), o los nombres de

cometas que nos han visitado últimamente (*Hyakutake, Hale-Bopp, ...*), tan frecuentes en titulares de prensa.

Pretendemos que estos capítulos resulten, además, un sencillo manual práctico, no sólo para periodistas y divulgadores científicos, sino también para astrónomos que quieran referencias de este aspecto de la astronomía a menudo olvidado.

Por último, es ésta una invitación a disfrutar de la magia y del placer gratuito que supone la contemplación de un cielo estrellado, donde los antiguos ubicaron la mayor parte de sus mitos.

Fuentes consultadas

La bibliografía sobre nomenclatura astronómica no es muy abundante y llaman la atención las discrepancias históricas y sociolingüísticas, especialmente en lo que a las grafías se refiere, que encontramos en la literatura. Este caos terminológico nos ha obligado a adoptar, en muchos casos, criterios propios (aunque con base en algunos autores), en un intento de ofrecer una propuesta autoconsistente en castellano, independientemente de que el tema en sí sea objeto de un estudio más profundo por parte de las instituciones y organismos competentes, desde los campos de la filología, la historia de la ciencia y la astronomía.

Además de manuales sobre la historia de la astronomía, como el de Giorgio Abetti¹ (1882-1982), para nuestro trabajo hemos recurrido a los manuales clásicos específicos, referidos en la literatura científica, como *Star Names. Their Lore and Meaning* (Los nombres de las estrellas. Su tradición y su significado), de Richard Hinckley Allen². Aunque es de lamentar que no refiera bien las fuentes utilizadas, este autor presenta, a partir de estudios de escritos de astrónomos antiguos, una fascinante y abrumadora historia de los nombres que varias culturas han dado a las constelaciones, los usos literarios y folklóricos que se han hecho de las estrellas a través de los siglos y las a menudo increíbles asociaciones que en la antigüedad se establecieron con los astros.

También nos hemos basado en el libro de Adrian Room³ *Dictionary of Astronomical Names* (Diccionario de nombres astronómicos), cuya introducción es ya de por sí todo un repaso por la terminología astronómica (aunque criticado por algunos

astrónomos por falta de rigor en algunos casos y errores en otros). Room dice acuñar el término *astronimia* (*astronymy*, en inglés), que bien podríamos haber adoptado para dar título a los siguientes capítulos. Según recoge su entrada en el diccionario⁴, *astronimia* significa “el estudio de los nombres de estrellas”, o más generalmente “el estudio de los nombres astronómicos”, siendo su origen las palabras griegas *astron* (“estrella”) y *onyma* (“nombre”). Para su mayor justificación, Room compara este término con *toponimia*, que significa “el estudio de los nombres propios de lugar”, y propone llamar al especialista *astronimista* (*astronymist*, en inglés). Por su parte, el astrónomo del IAC Terence Mahoney propone el término *astronomenclatura*, que podría tener más fácil aceptación. Será interesante ver qué éxito tiene esta sugerencia en el futuro.

Dentro de la bibliografía en castellano, más restringida aún si cabe que en inglés, los seis tomos de *La Historia de las Constelaciones*, de Alberto Martos Rubio⁵, resultan de indudable utilidad por tratarse de una obra editada en español y documentada sobre un tema apenas estudiado por investigadores españoles. El amplio ensayo de Martos Rubio es en extremo riguroso con respecto a las gráficas originales⁶ y a sus propias fuentes, entre ellas el escritor y astrónomo hispanorromano Cayo Julio Higino (h. 64 a.C. a 17 d.C.) y su obra *De Astronomía*, tan rica en fábulas y leyendas mitológicas relacionadas con esta ciencia⁷.

También en castellano hemos consultado algunos libros de divulgación y guías de campo, aunque en su mayoría se trata de traducciones de obras de autores extranjeros (con los peligros que ello supone para este tipo de estudios)⁸, como *Observar el cielo*, de David Levy⁹, *Estrellas*, de Joachim Herrmann¹⁰, *Guía del cielo*, de Bernard Pellequer¹¹, y *¿Quién es quién en el firmamento?*, de Ute Kadner¹², así como algunos manuales y diccionarios de mitología, entre ellos el de Antonio Ruiz de Elvira¹³, *Mitología clásica*, en especial su capítulo dedicado a “Metamorfosis y Catasterismos”. Dada la falta de normalización en las transcripciones de términos antiguos, será la gráfica utilizada por este último autor, experto en griego, la que adoptaremos en lo que respecta a algunas constelaciones y personajes mitológicos.

Como guía para el contenido de objetos astronómicos que pueden localizarse en cada constelación, nos hemos ayudado del libro *The Universe from Your Backyard* (El Universo desde tu patio), de David Eicher¹⁴.

Una valiosa fuente de información ha sido igualmente el Dr. Juan Antonio Belmonte, astrofísico del IAC experto en *arqueoastronomía* -también llamada *astronomía cultural*¹⁵-, con quien hemos mantenido entrevistas y comentado dudas, en particular sobre términos árabes. También hemos consultado algunos ensayos, como *Les noms arabes des étoiles*, de A. Benhamouda¹⁶, y otros artículos.

Para la nomenclatura moderna, Internet ha sido nuestra principal fuente de información, especialmente las páginas web de la Unión Astronómica Internacional (IAU)¹⁷ y del Centro de Datos astronómicos de Estrasburgo (*Centre de Données astronomiques de Strasbourg, CDS*)¹⁸, junto con bibliografía específica que reseñaremos en su momento. Asimismo, hemos contado con el asesoramiento de los astrónomos Brian Marsden, al frente de la Oficina de Telegramas de la IAU, y Mark Kidger, investigador del IAC, ambos expertos en la nomenclatura astronómica oficial.

En cuanto a la cronología histórica de los nombres astronómicos, hemos seguido la establecida por Paul Kunitzsch y Tim Smart¹⁹ en su libro *Short guide to modern star names and their derivations* (Breve guía de los nombres modernos de las estrellas y sus derivaciones). Las etapas de formación o aplicación original de la nomenclatura astronómica se agrupan así en los siguientes cuatro grandes períodos (ver cuadro adjunto):

1. Período antiguo (antes del año 500)
2. Período medieval (del año 500 al 1500)
3. Período renacentista (del año 1500 al 1800)
4. Período moderno²⁰ (desde el año 1800)

Como recogen estos autores, los nombres actuales de las estrellas derivan de una gran variedad de culturas y lenguas pasadas, la mayoría del Oriente Medio y de la región del Mediterráneo, donde surgió el uso de agrupar las estrellas por constelaciones, aunque algunas hipótesis actuales defienden el posible origen prehistórico de varias de ellas²¹.

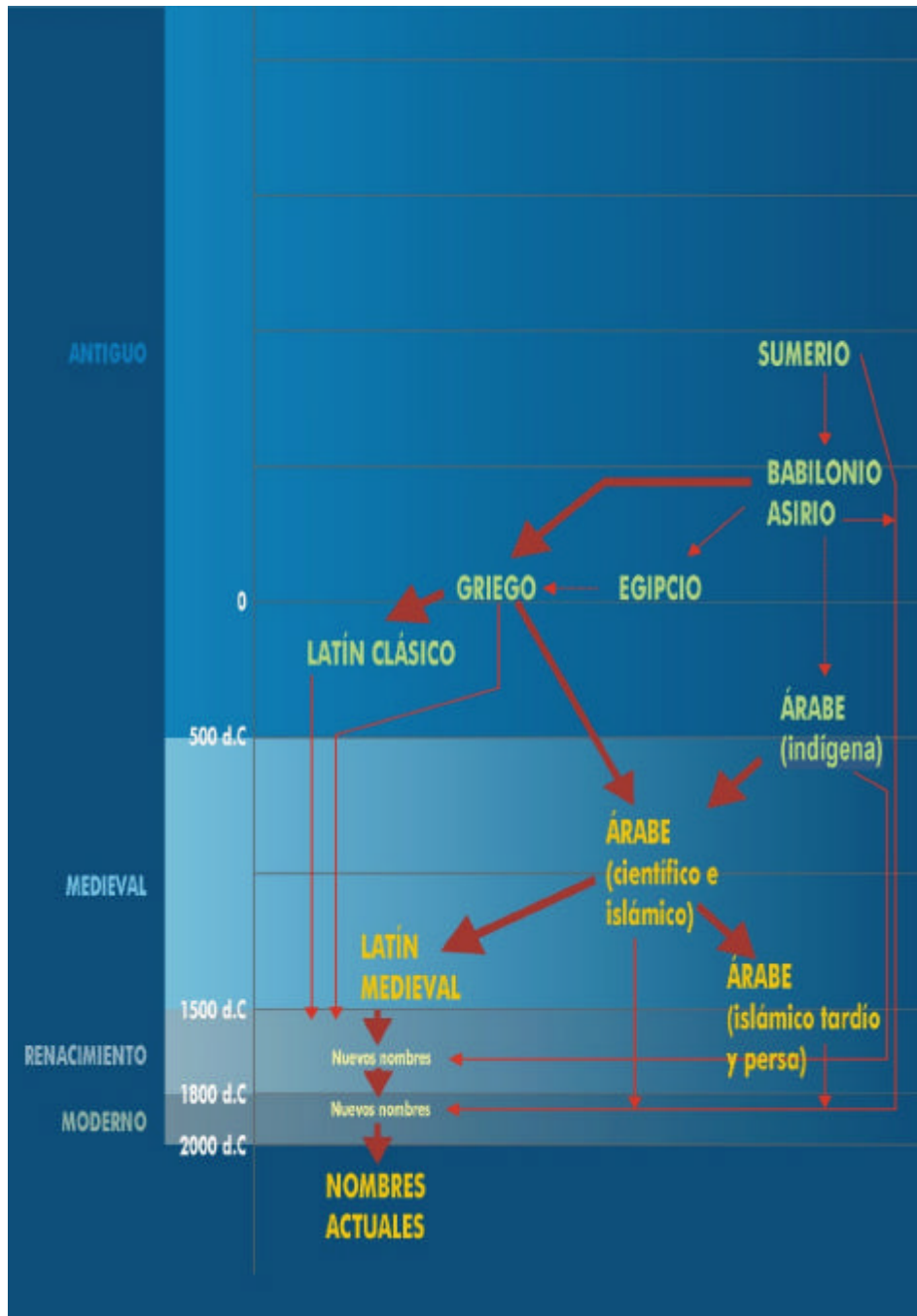
Desde la época medieval, los nombres se han entremezclado y se han transmitido hasta nosotros en caracteres latinos. El resultado final es, como apunta Kadner, que

los mitos que subyacen en la terminología astronómica "son, a veces, contradictorios entre sí, porque durante los milenios que los hombres llevamos contemplando el firmamento, han ido solapándose visiones, conceptos y nomenclaturas diferentes".²²

No hemos pretendido ser exhaustivos ni extremadamente rigurosos en esta materia, cuyo estudio consideramos propio de especialistas. Más bien nos hemos limitado a recoger de la literatura científica una serie de datos suficiente para esbozar aquí algunas líneas generales sobre la nomenclatura astronómica. Así, por ejemplo, de todas las leyendas que rodean a las constelaciones, hemos seleccionado aquéllas más conocidas de la mitología y las hemos adaptado, con algún grado de libertad e ignorando en muchos casos las discrepancias existentes entre los diferentes autores para evitar perdernos en un laberinto de complejas interpretaciones. Lo mismo cabe decir, como ya hemos apuntado, de las grafías adoptadas.

Con estas simplificaciones, quizá hayamos sacrificado un poco el rigor del historiador científico, pero habremos ganado en claridad periodística -al menos así lo esperamos-, proporcionando una información de más fácil manejo.

CRONOLOGÍA HISTÓRICA DE LA NOMENCLATURA ASTRONÓMICA



Pie de figura: Orígenes culturales y lingüísticos de los nombres actuales de las estrellas. Las flechas gruesas muestran las principales corrientes de transmisión. Las culturas que primeramente tuvieron su propia nomenclatura estelar (a la cual se pueden haber añadido elementos foráneos o externos) se destacan en amarillo limón. Las culturas que tuvieron una nomenclatura estelar enteramente construida a partir de elementos foráneos aparecen en amarillo anaranjado. En el margen izquierdo se indican los cuatro periodos cronológicos de formación y aplicación de los nombres. (Adaptado de KUNITZSCH, Paul, y SMART, Tim. *Short guide to modern star names and their derivations*. Otto Harrassowitz. Wiesbaden, 1986. Pág. 5).

La lengua, vehículo de transmisión

Antes de entrar en los diferentes períodos históricos de la terminología astronómica, veamos el papel que en la transmisión de la ciencia, en general, y de la astronomía en particular, han desempeñado las diferentes lenguas -el griego, el árabe, el latín,...- hasta llegar al predominio del inglés en la actualidad. Para ello, recogemos a continuación las opiniones del astrónomo del IAC Terence Mahoney²³.

La astronomía moderna es el producto de una larga historia de investigación que tiene su primera constancia por escrito en las tablas cuneiformes babilónicas. Pero la primera lengua que sirvió de vehículo de transmisión de la tradición astronómica fue el griego. En esta lengua se compusieron las primeras síntesis de los conocimientos astronómicos, destacándose entre ellas el famoso *Almagesto* de Claudio Ptolomeo (siglo II). "El griego -señala Mahoney- siguió siendo la lengua predominante de la cultura y la ciencia en gran parte del Mediterráneo, aun en el período de auge del Imperio Romano. Pero, aunque los romanos hicieron comparativamente pocos avances en la ciencia astronómica, con la desaparición paulatina de los conocimientos de la lengua griega en la Europa occidental, el latín llegó a servir de *lingua franca* de la filosofía y la ciencia de la Europa occidental hasta el Renacimiento."

Los sabios árabes heredaron, por rutas diversas, las obras astronómicas griegas en el griego original y las tradujeron al árabe. El libro sobre la astronomía griega más importante que ha sobrevivido el paso de los siglos es, sin duda, el mencionado *Almagesto* de Ptolomeo, pero esta obra no fue directamente asequible para los sabios de la Europa medieval hasta que, como veremos en un capítulo posterior, el emperador Federico II ordenó su traducción del árabe al latín en 1230 (fue traducido al árabe en el 827). "De esta manera -explica Mahoney-, a través de los musulmanes y vía diversas rutas geográficas, los científicos de la Europa occidental volvieron a descubrir sus raíces matemáticas, científicas y filosóficas en la cultura y ciencia griegas, primero a través de traducciones indirectas al latín y, más tarde, por el examen directo de los textos en el griego original."

Durante el Renacimiento se vio el florecimiento de las literaturas nacionales en las lenguas vulgares de Europa, y, a partir del siglo XVI, el latín, que hasta entonces fue

predominante, empezó a experimentar el reto, cada vez más fuerte, de estas *nuevas* lenguas (el alemán, el francés, el inglés y el italiano eran las lenguas más destacadas en términos de la ciencia). Como apunta Mahoney, a partir del siglo XVII esta marginación paulatina del latín por las lenguas vulgares fue más o menos completa. "Hasta el siglo XIX, el investigador científico necesitaba dominar como mínimo cuatro lenguas (alemán, francés, inglés y latín). A finales del siglo pasado, el inglés empezó a ganar la ascendencia sobre el alemán y el francés. El predominio casi total de la lengua inglesa en la ciencia (con la excepción, hasta fecha reciente, de los países del antiguo bloque comunista) se estableció rápidamente después de la Segunda Guerra Mundial, cuando el centro de gravedad de la investigación científica se transfirió definitivamente de Europa a Estados Unidos."

Mahoney aclara que al hablar de la *ascendencia* de una lengua, sea ésta el latín o el inglés, y su conversión en lingua franca, se refiere solamente a que fue adoptada voluntariamente por un grupo de usuarios no nativos. "El uso de una lengua - concluye este investigador- no se puede imponer solamente por la fuerza política. Como prueba de esto, sólo hay que recordar que los discípulos de Jesucristo vivieron en un país totalmente dominado por el Imperio Romano; no obstante, hablaron en arameo y escribieron los Evangelios en griego, no en latín. La Escuela de Alejandría, por su parte, heredera directa de la cultura y ciencia griegas después de la muerte de Aristóteles, siguió siendo helenística en espíritu y de habla griega durante todo el período de dominación romana. De hecho, se puede decir que el latín tuvo su período de mayor difusión entre la caída del Imperio Romano y el amanecer del Renacimiento, cuando ya había llegado a estar muerta en términos de lengua vulgar".

NOTAS

- ¹ **ABETTI, Giorgio.** *Historia de la Astronomía.* Trad. por Alejandro Rossi. Fondo de Cultura Económica (Breviarios 118). México-Buenos Aires, 1966, 2ª edición. (e.o. 1949).
- ² **ALLEN, Richard Hinckley.** *Star Names. Their Lore and Meaning.* Dover Publications, Inc. New York, 1963. Reimpresión de *Star Names and their Meanings*, publicada en 1899, por G.E. Stechert.
- ³ **ROOM, Adrian.** *Dictionary of astronomical names.* Routledge. London, 1988.
- ⁴ *Ibidem.* Pág. 32.
- ⁵ **MARTOS RUBIO, Alberto.** *Historia de las Constelaciones. Un ensayo sobre su origen.* Equipo Sirius. Madrid, 1992. 6 tomos.
- ⁶ Este autor, como él mismo subraya, se adhiere a la norma recomendada a principios del siglo XVI por Erasmus de Rotterdam y que siguen sólo algunos autores, con el fin de conservar en la transcripción de los nombres propios la ortografía y fonética originales.
- ⁷ Otras fuentes de Martos Rubio son las recopilaciones de los clásicos griegos Homero (*Iliada*, *Odisea* y otros), Hesíodo (*Teogonía*), Píndaro (*Epinicios*), Eurípides (varias tragedias griegas), Calímaco de Cirene (*Epigramas* y otros), Teócrito de Siracusa (*Idilios*), Apolonio de Rodas (*Cantos de los Argonautas*), Eratóstenes (*Catasterismos o Estudios de los Astros*), Apolodoro de Atenas (*Biblioteca*) y el poeta latino Ovidio (*Metamorfosis*). Como autores contemporáneos cita al mitógrafo Robert Graves (*Los mitos griegos*) y a Juan B. Bergua (*Mitología universal*).
- ⁸ Nos resulta difícil saber hasta qué punto su vocabulario, en lo que a la terminología se refiere, es verdaderamente representativo del léxico astronómico español.
- ⁹ **LEVY, David H.** *Observar el cielo (Skywatching).* Trad. por David Bargalló. Introd. de Robert Burnham. Editorial Planeta. Barcelona, 1995. Levy ha descubierto, solo o en colaboración, una veintena de cometas, que por ello llevan su nombre: el cometa *Levy* (1990), el *Schoemaker-Levy* (1994), ...
- ¹⁰ **HERRMANN, Joachim.** *Estrellas (Die Sterne).* Trad. por Emilio Elizalde Rius. Editorial Blume. Barcelona, 1987, 1ª edición (e.o. 1985).
- ¹¹ **PELLEQUER, Bernard.** *Guía del cielo.* (Petit guide du ciel). Trad. por Carlos Solís Santos. Prefacio de Hubert Reeves. Asesoramiento de *Tribuna de Astronomía.* Alianza Editorial. Madrid, 1991 (e.o. 1945).
- ¹² **KADNER, Ute.** *¿Quién es quién en el firmamento?* Planetario de Madrid. Madrid, noviembre de 1988, 1ª edición.
- ¹³ **RUIZ DE ELVIRA, Antonio.** *Mitología clásica.* Editorial Gredos. Madrid, 1995, 3ª reimpresión.
- ¹⁴ **EICHER, David J.** *The Universe from Your Backyard. A Guide to Deep-Sky Objects from Astronomy Magazine.* Cambridge University Press. Cambridge, 1988. Este libro recoge 46 artículos publicados en la revista *Astronomy* dedicados a 67 constelaciones y a los principales objetos astronómicos que contienen cada una de ellas (690 objetos en total).
- ¹⁵ *Astronomía Cultural* es la última propuesta para esta materia científica claramente interdisciplinar.
- ¹⁶ **BENHAMOUDA, A.** "Les noms arabes des étoiles. Essai d'identification" en *Annals de l'institut orientales.* Tomo IX. Faculté des lettres de l'université d'Alger. Alger, 1951.
- ¹⁷ La dirección en Internet de la IAU es: <http://www.iau.org/>.
- ¹⁸ La dirección en Internet del CDS es: <http://cdsweb.u-strasbg.fr./CDS.html>.
- ¹⁹ **KUNITZSCH, Paul, y SMART, Tim.** *Short guide to modern star names and their derivations.* Otto Harrassowitz. Wiesbaden, 1986. Pág. 5.
- ²⁰ Por "período moderno" debe entenderse aquí el período que abarca desde el año 1800 hasta nuestros días.
- ²¹ Para más información sobre estas hipótesis, ver **ANTEQUERA CONGREGADO, Luz.** "Altamira. Astronomía, Magia y Religión en el Paleolítico", en la obra colectiva *Arqueoastronomía Hispánica. Prácticas astronómicas en la Prehistoria de la Península Ibérica y los Archipiélagos Balear y Canario.* Coordinador. Juan Antonio Belmonte. Equipo Sirius. Madrid, 1994. Págs. 67-98.
- ²² **KADNER, op. cit.** Pág. 286.
- ²³ Entrevista personal con el investigador Terence Mahoney, astrónomo del IAC.

1. PERÍODO ANTIGUO (antes del año 500)

Con influencia sumeria, babilónica, asiria e, incluso, egipcia, surge en Occidente la nomenclatura astronómica de los griegos, que se estableció entre los años 800 y 400 a.C. Esta nomenclatura se recoge en *El Gran Sistema de la Astronomía* (*Gran Composición*, según otras traducciones) de Claudio Ptolomeo y hoy más conocido por su título árabe, *El Almagesto*¹, escrito alrededor del año 150 d.C. en Alejandría (Egipto).

Además de ser fuente de todo nuestro conocimiento acerca de la astronomía griega, este tratado astronómico fue, como veremos más adelante, un texto fundamental durante la Edad Media.

Varias estrellas importantes fueron designadas con nombres griegos propios, pero es probable que muchas de las constelaciones griegas y los nombres de algunas estrellas individuales derivaran de la astronomía y la astrología de Babilonia y Sumeria. Los griegos, a su vez, transmitieron una parte de su tradición y nomenclatura estelar a los romanos, quienes les dieron forma latina.

Los árabes, en concreto los nómadas del desierto o beduinos que vivían en la Península Arábiga, pusieron nombre a algunos de los objetos más brillantes del cielo (por ejemplo, la estrella *Aldebarán*). Si bien aquí también hubo influencias babilónicas y sumerias, así como indias, entre ellas el sistema de las llamadas *28 mansiones lunares*.

1.1. La astronomía y la mitología clásica

A diferencia de lo que sucede hoy en día sobre todo en las ciudades, donde la luz artificial y otros factores de contaminación medioambiental impiden disfrutar de la belleza de una noche estrellada, en la antigüedad la presencia nocturna de las estrellas era tan manifiesta que inevitablemente los pueblos de entonces habían de

establecer vínculos con ellas. Las diferentes culturas creyeron o quisieron ver dibujado en el cielo a sus héroes mitológicos y sus leyendas. De dividir el firmamento en elementos pictóricos surgieron las llamadas *constelaciones*.

“El cielo ha sido un soporte negro en el que el hombre ha pintado su concepción del Universo. Las Constelaciones han sido unas pacientes modelos que han posado inmóviles desde los albores de la civilización hasta hoy, superando estilos, culturas y religiones”², explica la pintora Luz Antequera Congregado, doctora en Bellas Artes de la Universidad Complutense. A continuación, esta autora nos explica cómo es el proceso de agrupación visual que dio lugar a las constelaciones:

La Astronomía comenzó en el momento en que el hombre, al contemplar las estrellas, las ordenó subdividiéndolas en grupos distintos y fácilmente reconocibles: las constelaciones.

El proceso seguido para agrupar las estrellas es básicamente el mismo que configura cualquier otra forma de nuestro cerebro, y que la *Gestalt* llamó Leyes de Agrupación.

El caos que supone para la percepción humana un cielo negro lleno de estímulos tan numerosos como las estrellas, obliga a establecer un orden por medio de la organización de grupos definidos por la proximidad de sus elementos: un grupo de estrellas próximas forman una constelación.

Los estímulos (estrellas) son cerrados por medio de líneas imaginarias completando una figura que utiliza todos los elementos del grupo.

Para la formación de esta imagen, el cerebro recurre a la experiencia pasada, eligiendo las figuras familiares antes que las desconocidas. ... El hombre primitivo buscó en las estrellas símbolos en los que proyectar sus deseos y temores y sentirse en la oscuridad de la noche bajo su influencia protectora.

Este agrupamiento aleatorio de puntos luminosos dio origen a una configuración geométrica (en dibujo se llama encaje) que sugirieron a los hombres formas más complejas en las que proyectaron las figuras de sus mitos, héroes e incluso los instrumentos que han servido al progreso de la humanidad.³

A continuación, haremos un repaso por la historia de estas constelaciones, ciñéndonos casi exclusivamente a las leyendas griegas que esconden sus nombres, y ello por las razones que apunta Ute Kadner en su libro *¿Quién es quién en el firmamento?*:

... la mitología griega parece más pintoresca que sus ancestros, con los que pugna por los campos celestes llamados constelaciones y ... su rico anecdótico da el contrapunto barroco a los grandes mitos decantados por transmisión oral en los cuales se condensan las constantes eternas del destino y del Universo, formando el sustrato común de todas las religiones de nuestro ámbito.

Todas ellas contemplan las mismas preguntas y lo que diferencia la una de la otra es únicamente la perspectiva, determinada por el punto de vista que implican época y lugar. Pero por mucho que la limitación del ángulo desdibuje cada visión con sus escorzos y aberraciones, siempre se reconoce en cada una de ellas el mismo enigma sagrado que proyecta el alma a dimensiones que sólo el firmamento evoca y que son *algo tan suyo* como ella lo es del Universo, del cual forma una, aunque minúscula parte.

Por ello, cuando el hombre refleja su problemática y sus ideales en el cielo nocturno dando torpe pero amoroso sus propios nombres a aquellos campos lejanos, no es soberbia, sino que es prueba de una comunión subconsciente entre su espíritu y la luz cósmica.⁴

1.1.1. Constelaciones, asterismos y catasterismos

Una *constelación* es una agrupación aparente de estrellas: aunque parecen hallarse en el mismo plano, en realidad se encuentran a diferentes distancias sin que necesariamente exista relación entre ellas. Por convenio, hoy es cada una de las 88 áreas en que se divide el cielo así como el grupo de estrellas que contienen. Sin embargo, a lo largo de la historia, el número total de constelaciones y el área que ocupaban variaban según el autor que catalogaba las estrellas. En 1922, estas constelaciones y sus abreviaturas oficiales fueron definitivamente establecidas por la Unión Astronómica Internacional⁵, como veremos en el capítulo correspondiente al Período Moderno.

La propia palabra *constelación* procede, según Martos Rubio, de la voz *constelado* y ésta a su vez de la locución latina *cum stellatus*, participio pasado de la locución verbal *cum stellare*, es decir, (formar) "con estrellas". "Aunque los romanos no inventaron las constelaciones, fueron ellos, sin embargo, quienes nos las han transmitido, lo que explica que casi todas ellas tengan hoy nombres latinos. Aun así, los asterismos encierran una pista cuyo origen puede ser anterior a la civilización romana"⁶.

Sin llegar a ser constelación, un *asterismo* es un prominente grupo de estrellas, generalmente con un nombre popular, que no constituye una constelación completa. Ejemplos: las *Pléyades* y las *Híades* en la constelación del *Toro* (aunque algún clásico las consideró constelaciones propiamente dichas).

En nuestro ensayo también debemos explicar el término *catasterismos* (o *Estudio de los Astros*), que Eratóstenes (276-196 a.C.), astrónomo y director de la Biblioteca de Alejandría, acuñó en su obra homónima para designar la conversión de un ser

mitológico en una agrupación atractiva de estrellas. Así han sido *catasterizados* en el cielo los principales personajes de la mitología grecolatina.

1.2. Los primeros catálogos de estrellas

Las constelaciones del Zodíaco y el resto de las constelaciones clásicas aparecen en el *Almagesto* de Ptolomeo, aunque "este astrónomo no fue el inventor de las constelaciones, sino sólo su catalogador"⁷. Es más, todas estas constelaciones fueron establecidas previamente por otro astrónomo griego, Hiparco de Nicea.

1.2.1. Hiparco y la precesión de los equinoccios

El catálogo estelar de Hiparco de Nicea en el siglo II fue el primero del que se tiene noticia. Pero, a su vez, este catálogo tuvo precursores: uno de ellos fue la obra del filósofo griego Eudoxo (408 a 355 a.C.) titulada *Los Fenómenos*, una descripción de las constelaciones que fueron recopiladas en 1.154 versos por el poeta Arato de Soli (315-240 a.C.) en su obra también titulada *Los Fenómenos*. Hacia el año 200 a.C., las 44 constelaciones que recogieron Eudoxo y Arato fueron reducidas a 42 por Eratóstenes en sus *Catasterismos* (incluyó *Pléyades* e *Híades* en el *Toro*). Hiparco añadió después 6 más, de modo que fueron 48 constelaciones, con un total de 850 estrellas, como se recoge en su libro *Tres Libros de Comentarios a los Fenómenos de Arato y Eudoxo*.⁸

Hiparco fue quien dedujo que la Esfera Celeste tenía un movimiento retrógrado, que denominó *precesión*. Como explica Juan Antonio Belmonte, debido a la influencia gravitatoria de los demás cuerpos del Sistema Solar y a la esfericidad de nuestro planeta, "la Tierra se comporta como una peonza de forma que las posiciones relativas de las estrellas respecto al ecuador y a los polos varían a lo largo de un ciclo de unos 26.000 años en que la Tierra da una vuelta completa alrededor del Eje de la Eclíptica"⁹. Al acortarse la duración del año, el punto equinoccial de un año precede al año anterior en un arco que el astrónomo griego estimó en 36" (1 grado por siglo) y que hoy se acepta como de 50",²³ (1° 23' 46" por siglo).

1.2.2. Ptolomeo y sus 48 constelaciones

El *Almagesto*, escrito en el siglo II de nuestra era y basado, como hemos visto, en la recopilación realizada por Hiparco, es el catálogo estelar más antiguo que ha llegado a nuestros días. En esta obra, Ptolomeo catalogó 1.022¹⁰ estrellas fijas, identificando cada una por su localización en una de las 48 constelaciones (346 en las constelaciones zodiacales, 360 en las boreales y 316 en las australes), junto con su *longitud*¹¹, *latitud*¹² (coordenadas celestes usadas hasta el Renacimiento¹³) y *magnitud*¹⁴. Las estrellas aparecen clasificadas en seis tipos o categorías, según su tamaño o magnitud.

Todas las constelaciones han recibido nombres en latín. Cuando nos referimos a una estrella en concreto, se utiliza la declinación genitiva o posesiva del nombre latino (aunque también se conocen por su propio nombre, ya sea éste árabe, griego o latino). Por ejemplo, las estrellas en la constelación de Orión se designan como *Orionis*: la más brillante como *Alfa Orionis* y la segunda más brillante como *Beta Orionis*, siendo sus formas abreviadas **a Ori** y **b Ori**, respectivamente. Esta nomenclatura, con inconsistencias en muchas ocasiones (las estrellas α no son siempre las más brillantes), fue introducida por vez primera por el astrónomo alemán Johannes Bayer, como veremos en el capítulo dedicado al Período Renacentista.

De las 48 constelaciones de Ptolomeo, 21 corresponden al Hemisferio Norte (boreales), 15 al Hemisferio Sur (australes) y 12 son zodiacales. (Véase Cuadro 1)

1.3. Las constelaciones zodiacales

En el movimiento de los astros sobre la *eclíptica*¹⁵ (el aparente recorrido anual del Sol por los cielos), los antiguos se imaginaron una serpiente muy larga que sólo se iba viendo al completo con el transcurso del año. A esta serpiente se la llamó *Uróboros*, que significa "devoradora del cielo" (de *Uranos*, "cielo", y *boros*, "devorador"), porque al llegar a su extremo volvía a aparecer la cabeza, como una pescadilla mordiéndose la cola.

El *zodiaco astronómico* es un cinturón imaginario que se extiende 90° a cada lado de la *eclíptica* y sobre el que se sitúan las doce antiguas constelaciones designadas con los nombres de las figuras que sus contornos evocaban a los antiguos: *el Carnero*, *el*

Toro, los Gemelos, el Cangrejo, el León, la Virgen, la Balanza, el Escorpión, Sagitario o el Arquero, Capricornio, Acuario o el Aguador y los Peces. (En latín, *Aries, Taurus, Gemini, Cancer, Leo, Virgo, Libra, Scorpius, Sagittarius, Capricornus, Aquarius y Pisces*)¹⁶. (Véase Cuadro 2)

Según Belmonte, si bien aún hay autores que postulan un origen egipcio del Zodíaco -una expedición napoleónica a Egipto había descubierto en el templo de Hator, en Dendera, una representación monumental de la Bóveda Celeste con las doce constelaciones zodiacales-, "la opinión unánime es que el Zodíaco se originó por primera vez, en la versión que hoy en día conocemos, en algún lugar de Mesopotamia (posiblemente Seleucia o Babilonia) durante los primeros años de dominación helenística que siguió a la conquista del Imperio Persa por Alejandro Magno a finales del Siglo IV a.C."¹⁷

Como la mayoría de las constelaciones representan animales, los griegos -cuenta Martos Rubio- llamaron a este cinturón o círculo imaginario *Zodiakos*¹⁸, contracción de *Zodion Kyklos*, donde la voz *zodion* es un diminutivo de *zoon*, a su vez contracción de *zoion*, que significa "animal". "Sería pues, el 'Círculo de los animalitos', algo que, a primera vista, parece muy de acuerdo con la naturaleza de las figuras que representan estas Constelaciones".¹⁹ Sin embargo, como apunta este autor, Ptolomeo distinguió tres naturalezas diferentes entre sus asterismos -cuerpos, animales y objetos celestes-, por lo que algunos autores prefieren traducir *zodion* por "figurita tallada y pintada".

El *zodíaco astrológico*, por su parte, está dividido en 12 porciones iguales de 30 grados, a cada una de las cuales se le asigna y nombra un signo: *Aries, Tauro, Géminis, Cáncer, Leo, Virgo, Libra, Escorpión, Sagitario, Capricornio, Acuario y Piscis*. Pero estas porciones no se corresponden con las constelaciones astronómicas, las cuales tienen diferentes tamaños y, como veremos, presentan pequeñas variaciones en los nombres, al menos en castellano. Compárese la distinta grafía de alguno de estos signos astrológicos con la de las constelaciones astronómicas: *Tauro*, en lugar de *Taurus* o *el Toro*; *Géminis*, en lugar de *Gemini* o *los Gemelos*; y *Piscis*, en lugar de *Pisces* o *los Peces*.

En enero de 1995, en una serie de divulgación de la cadena de televisión estatal británica BBC, la doctora Jacqueline Mitton, de la Real Sociedad de Astronomía británica, anunciaba que los doce²⁰ signos del zodiaco no sólo están erróneamente adelantados, sino que son, en realidad, trece. Mitton explicaba que por los efectos de *precesión* que sufre la Tierra, la eclíptica atraviesa una decimotercera constelación: *Ophiuchus (Ofiuco)*, versión latina del dios griego de la medicina. (En realidad lo que decía Mitton se podría matizar, dado que la eclíptica siempre ha atravesado esta constelación). Las iras de los astrólogos no se hicieron esperar pues los medios de comunicación reprodujeron las declaraciones de Mitton.

Es curioso observar cómo estamos familiarizados con los nombres de las constelaciones zodiacales, lo que se debe a que los antiguos, como mucha gente ingenua hoy en día, creían que los astros influían en las vidas de las personas. Pero esta deuda histórica no justifica que, por ejemplo, los periódicos, que deberían velar por el nivel cultural de la sociedad, contribuyan a fijar la creencia en la astrología insertando horóscopos en sus páginas. Curiosamente, esto tampoco contenta a los astrólogos “ríguosos”, quienes consideran que los parámetros que deben tenerse en cuenta son la fecha y la hora de nacimiento del sujeto.

A continuación nos referiremos a todas estas constelaciones, señalando el porqué de sus nombres y las leyendas más famosas en torno a ellas, si bien con la salvedad ya apuntada en cuanto a las discrepancias según los diferentes autores. Titularemos cada una con el término latino, seguido del genitivo, de la abreviatura oficial según la IAU y, por último, de su versión en castellano. En el caso de las constelaciones zodiacales, al comienzo del texto también se incluirán los nombres griego y árabe correspondientes. Asimismo se mencionarán sus estrellas principales y asterismos; como criterio, nos limitaremos a aquellas más brillantes y conocidas bien por su nombre árabe o por la expresión latina: letra griega más genitivo del nombre de la constelación.

1.3.1. Aries/Arietis/Ari/Carnero

En griego: *Krios* (“el carnero”).

En árabe: *al-Hamal* (“el carnero”).

Esta constelación, situada cerca del cúmulo de estrellas de *Las Pléyades*, fue la primera constelación zodiacal introducida en Grecia. Se trata del carnero que los romanos convirtieron en *Aries*, un animal cuya entrada en celo, conocida por los pastores griegos, coincidía con la llegada de la primavera (y las correspondientes tareas agrícolas), indicada en el cielo con el paso del Sol por esta constelación.

Hace 2.000 años, la posición del Sol en el cielo cuando llegaba la primavera (equinoccio) estaba en *Aries*, aunque el efecto de precesión ha trasladado actualmente esta posición a *Pisces*.

La estrella más brillante de esta constelación es *α Arietis*, en la cabeza del carnero, también conocida por su nombre árabe: *Hamal* ("el carnero") o *Elnath* ("el que topa con los cuernos"), en este caso, traducción a su vez del griego. *γ Arietis* es una de las primeras estrellas dobles conocidas, descubierta accidentalmente por el científico inglés Robert Hooke en 1664 cuando buscaba un cometa²¹. Esta constelación contiene, entre otras, la galaxia elíptica NGC 772.

El Vellochino de Oro

Una leyenda mitológica relacionada con esta constelación cuenta que Ino, la segunda esposa de Atamante, rey de Tebas, convenció a su marido de que la fertilidad de la tierra sólo se recuperaría si sacrificaba en honor de Zeus a Frixo y a Hele. Éstos eran los dos hijos que Atamante había tenido de su anterior matrimonio con Néfele, a la que había repudiado. Pero Néfele, medio diosa hecha de nube, intervino enviando un hermoso carnero alado con piel de oro fino, regalo del dios Hermes, para que salvase a los niños llevándoselos por los aires. Desafortunadamente, la niña Hele cayó al mar de Mármara, que desde entonces se llama Helesponto (Mar de Hele), pero el niño Frixo llegó a la Cólquide. Allí, su rey, Eetes, le ofreció la mano de su hija Calcíope a cambio de la piel dorada del carnero. El animal fue ofrecido como sacrificio a Zeus, y su piel -el Vellochino de Oro-, que se colgó de un árbol consagrado al dios Ares, se convirtió en el objetivo de Jasón y los Argonautas.

1.3.2. Taurus/Tauri/Tau/Toro

En griego: *Tauros* ("el toro").

En árabe: *at-Taur* ("el toro").

Esta constelación, que se representa en el cielo con la cabeza agachada de un toro y que marcaba el equinoccio vernal (de primavera) en el año 2.600 a.C., es quizá una de las más antiguas y más importantes en la astronomía arcaica. Incluso se apunta como una de las supuestas constelaciones dibujadas en los techos de las cuevas prehistóricas. Según Luz Antequera, "la similitud encontrada entre la posición de Tauro (sic) en un planisferio del siglo IX ... con los bisontes de las pinturas rupestres ... sugiere la hipótesis de que el auténtico origen de los dibujos de las constelaciones se halla en los techos de las grutas".²²

La estrella más brillante de esta constelación, que corresponde con el ojo del toro, es la *α Tauri*, de la primera magnitud, conocida por su nombre árabe *Aldebarán*, que significa "la que sigue". En efecto, esta estrella gigante roja sigue a las *Pléyades* en el desplazamiento aparente de las estrellas de este a oeste. La estrella *T-Tauri* constituye el prototipo de estrellas variables muy jóvenes del mismo nombre.

Las *Táuridas* es el nombre de una *lluvia de estrellas fugaces o meteoros*²³, asociada al cometa *Encke*, que se produce todos los años entre el 3 y el 5 de noviembre.

Forman parte de esta constelación dos conocidos grupos de estrellas: las *Híades*, en el hocico del toro, y las mencionadas *Pléyades (M45)*, en la cola. También contiene *M1* ó *NGC 1952*, más conocida por la *Nebulosa del Cangrejo*²⁴, que fue el resultado de la explosión de una supernova en el año 1054, según registros chinos²⁵. Fue Lord Rosse²⁶ (1800-1867) quien la bautizó así por su estructura filamentosa.

El rapto de Europa y el mito del Minotauro

Cuenta la fábula de Eurípides que Zeus adoptó la forma de un toro para raptar a la bella Europa, la hija menor de Agénor, rey de Fenicia. Esta princesa, que da nombre a nuestro continente y a una luna de Júpiter, jugaba con sus amigas en una dehesa, cuando atraída por este toro, aparentemente manso y de irresistible aspecto, se

montó sobre él. Zeus aprovechó la ocasión para llevársela nadando por el mar hasta Creta, donde la poseyó. Europa engendró de él tres hijos. Minos, el mayor, siendo rey de Creta, se negó a sacrificar un hermoso toro a Poseidón²⁷. Este dios del mar le castigó volviendo loco a la bestia y haciendo que Pasífae, la esposa de Minos, se enamorara locamente del animal y, disfrazada de vaca, concibiera de él al famoso *Minotauro*, un monstruo con cuerpo de hombre y cabeza de toro.

Tras esta afrenta conyugal, Minos encerró al Minotauro en un laberinto construido por Dédalo, e impuso a los atenienses el tributo de que, periódicamente, ofrecieran en sacrificio a la bestia siete doncellas y siete jóvenes. En una de estas remesas se encontraba Teseo, príncipe de Atenas, quien consiguió matar al Minotauro y salir del laberinto gracias al ovillo suministrado por su enamorada Ariadna, la hija de Minos, a la que el desagradecido héroe ateniense abandonó más tarde.

Según otra leyenda, fue Heracles, el héroe griego por excelencia (Hércules, en la mitología romana), quien en su séptimo trabajo, al servicio de Euristeo, rey de Micenas, encerró al Minotauro, que luego se escapó hasta que Teseo le dio muerte. Este monstruo, que echaba fuego por las narices y que destruía lo que encontraba a su paso, se llamaba *Asterion*, que significa "estrellado".

El cúmulo de las Pléyades

Las *Pléyades* constituyen un cúmulo joven de estrellas visible a simple vista, referencia obligada tanto para la agricultura como para la navegación. También podrían estar presentes en las pinturas rupestres: "es sorprendente el parecido que existe entre los puntos que aparecen sobre el lomo de uno de los toros de la cueva de Lascaux (Dordoña, Francia) ... y la posición de las Pléyades con respecto a Tauro (sic)".²⁸

Este cúmulo contiene unas 500 estrellas, de las cuales siete, las más brillantes, eran según la mitología griega siete hermanas llamadas *Maya*, *Taígete*, *Electra*, *Alción*, *Celeno*, *Estérope* y *Mérope*²⁹.

Las Pléyades eran para los griegos las siete hijas de Atlas, condenado a llevar el peso de la Tierra a sus espaldas, y de Pleíone, que da nombre genérico al grupo. Tres de

ellas -Maya, Taígete y Electra- fueron amantes de Zeus. Alcíone y Celeno lo fueron de Poseidón, dios del mar, y Estérope de Ares, dios de la guerra. Mérope, en cambio, no se enamoró de un dios sino de un mortal llamado Sísifo (quizá por eso sea la menos brillante de las siete). Sísifo, que había irritado a los dioses con su comportamiento poco ejemplar, fue condenado en los Infiernos a empujar eternamente una roca hasta lo alto de una colina; antes de llegar a la cima, la roca volvía a rodar ladera abajo, obligándole a empezar de nuevo.

Zeus colocó a estas siete hermanas en el cielo, en la constelación del *Toro*, transformadas en palomas (significado en griego de *Pleiades*³⁰), para salvaguardarlas de la persecución amorosa de Orión, el cazador. Como veremos cuando hablemos de esta constelación, Orión se catasterizó cerca de ellas para simbolizar la persecución a la que las sometió.

Según las diferentes culturas, estas estrellas han recibido distintos nombres. Para los indios Kiowa también eran siete hermanas, en cambio, para los árabes simbolizaban un pezón de Turaya. En nuestra cultura popular se las conoce por *Las siete cabrillas*, como las llamaban los pastores. El personaje de Sancho Panza se refiere a ellas con este nombre en su viaje espacial sobre Clavileño, el caballo de madera volador con que son engañados el escudero y su amo en el capítulo XLI de la Segunda Parte del *Quijote*. A continuación reproducimos un fragmento del relato que Sancho hace a la duquesa Trifaldi de tan increíble aventura (en él vemos la alusión a este puñado de estrellas):

...pues volábamos por encantamento, por encantamento podía yo ver toda la tierra y todos los hombres por doquiera que los mirara; y si esto no se me cree, tampoco creerá vuestra merced cómo, descubriéndome por junto a las cejas, me vi tan junto al cielo, que no había de mí a él palmo y medio, y por lo que puedo jurar, señora mía, que es muy grande además. Y sucedió que íbamos por parte donde están las siete cabrillas, y en Dios y en mi ánima que como yo en mi niñez fui en mi tierra cabrerizo, que así como las vi, ¿me dio una gana de entretenerme con ellas un rato, que si no lo cumpliera me parece que reventara. Vengo, pues, y tomo, y ¿qué hago? Sin decir nada a nadie, ni a mi señor tampoco, bonita y pasitamente me apeé de Clavileño, y me entretuve con las cabrillas, que son como unos alhelies y como unas flores, casi tres cuartos de hora, y Clavileño no se movió de un lugar, ni pasó adelante.³¹

Y en otro momento, tras expresar don Quijote su incredulidad con respecto a las palabras del escudero, se mantiene este divertido diálogo:

- Ni miento ni sueño -respondió Sancho-; si no, pregúntenme las señas de las tales cabras, y por ellas verán si digo verdad o no.
- Dígalas, pues Sancho, dijo la duquesa.
- Son -respondió Sancho- las dos verdes, las dos encarnadas, las dos azules, y la una de mezcla.
- Nueva manera de cabras es esa -dijo el duque-, y por esta nuestra región del suelo no se usan tales colores; digo cabras de tales colores.
- Bien claro está eso -dijo Sancho-; sí, que diferencia ha de haber de las cabras del cielo a las del suelo.
- Decidme, Sancho -preguntó el duque-: ¿vistes allá en entre esas cabras algún cabrón?
- No, señor -respondió Sancho-; pero oí decir que ninguno pasaba de los cuernos de la luna.³²

Las *Pléyades* están de actualidad científica en los medios de comunicación pues en ellas se encuentra *Teide 1*, la primera *enana marrón*, un nuevo cuerpo u objeto del Universo descubierto por investigadores del IAC. (Véase el capítulo correspondiente a *enanas marrones*)

El cúmulo de las *Híades*

Las *Híades*, con forma de V, es otro cúmulo de estrellas. Su nombre en griego (*Hyades*) significa "estrellas o astros de lluvia"³³, pues su aparición en el cielo coincide con la época de las lluvias en primavera. También se las conoce por "las Húmedas" o "las Lluviosas" y reciben los siguientes nombres: *Ambrosia*, *Eudora*, *Fesile*, *Dione*, *Corónide*, *Feo* y *Polixo*³⁴.

Las *Híades*, hermanas de las *Pléyades*, eran siete ninfas que escondieron y curaron con miel a Dioniso (dios del vino), hijo de Zeus y de Semele, cuando era perseguido por la celosa Hera. En agradecimiento por este servicio, Zeus o el propio Dioniso las elevaron al cielo, dentro de la constelación del *Toro*.

Una leyenda diferente cuenta que Atlas y Pleione tuvieron doce hijas y un hijo llamado Hías, que murió en una cacería. Cinco hermanas murieron de pena y fueron catasterizadas como las *Híades*, aquí con el significado de "las que lloran". Las otras siete se suicidaron y se convirtieron en las *Pléyades*.

1.3.3. Gemini/Geminorum/Gem/Gemelos

En griego: *oi Didumoi* ("los gemelos").

En árabe: *at-Taw'amân* ("los gemelos").

Es la constelación por donde pasa el Sol después del solsticio de verano.

Sus dos estrellas principales son *Cástor*, de magnitud 1,6, y *Pólux*, de magnitud 1,2. Aunque *Pólux* es algo más brillante que *Cástor*, fue este último el que recibió el nombre de *a Geminorum*. *Cástor* es además un conjunto de 6 estrellas. Cuando se descubrieron Urano y Plutón, estos planetas se encontraban cerca de estrellas de esta constelación. *Los Gemelos* también contiene una nebulosa planetaria, la *Nebulosa del Esquimal*³⁵ (NGC 2392) o *Nebulosa de la Cara del Payaso*.

Las *Gemínidas* es una lluvia de estrellas anual que aparece a mediados de diciembre por esta constelación. Proceden de un asteroide llamado *3200 Phaethon*.

El amor fraternal de Cástor y Pólux

La bella Leda, esposa de Tindáreo, rey de Esparta, fue seducida por Zeus, transformado para ello en un voluptuoso cisne blanco. Pero esa misma noche, Leda también yació con su marido. Así que a los nueve meses dio a luz a dos parejas de mellizos. Del "huevo" más brillante, los hijos de Zeus, nacieron Pólux y la bella Helena, quien abandonó a Menelao, su marido y rey de Esparta, huyendo con Paris a Troya y provocando la guerra. Del otro "huevo", nacieron los hijos de Tindáreo: Cástor y Clitemnestra, quien asesinó a su esposo, Agamenón, hermano de Menelao y rey de Micenas, por haber sacrificado a su hija Ifigenia.

Cástor y Pólux fueron dos de los Argonautas en busca del Vello de Oro. Tenían la virtud de salvar náufragos y apaciguar las tormentas apareciendo en los fuegos de San Telmo. Casados con dos hermanas, tuvieron que pelear con sus anteriores pretendientes. En la lucha, Pólux, que como hijo de un dios era inmortal, venció, pero Cástor, que no era hijo de Zeus, cayó muerto. Ante el desconsuelo de Pólux por la muerte de su hermano, Zeus accedió a que cada día se turnaran entre el Hades, reino de la muerte, y el Olimpo, residencia de los dioses. Finalmente, Zeus premió el amor fraternal de los dos hermanos colocándolos en el firmamento y esto es lo que

simboliza la posición de esta constelación en el cielo: sobre el horizonte la mitad del tiempo y bajo el horizonte la otra mitad.

Según las creencias chinas, Cástor y Pólux también simbolizan el Yin y el Yang, las dualidades contrarias de la vida.

1.3.4. Cancer/Cancri/Cnc/Cangrejo

En griego: *Karkinos* ("el cangrejo").

En árabe: *as-Saratân* ("el cangrejo").

En la antigüedad, el Sol alcanzaba el punto más al norte en el cielo cuando estaba en la constelación del *Cangrejo* (el 21 de junio), momento que recibió el nombre de *solsticio de verano*. En esta época, el Sol aparecía en el zenit al mediodía en la latitud terrestre de 23,5° al norte del Ecuador, que por ello se denominó *Trópico de Cáncer*. El nombre de esta coordenada aún se utiliza, a pesar de que ahora el Sol, en el solsticio de verano, se encuentra en la constelación de *Gemini* por el efecto de precesión. Hoy, el Sol entra en el *Cangrejo* del 18 de julio al 7 de agosto.

Esta constelación desempeña un papel muy importante en el candelario: cuando el Sol llegaba a ella invertía su marcha y retrocedía como un cangrejo. En las *Tablas Alfonsinas*, *Cancer* aparece como *Carcinus*, que es la forma latinizada de la palabra griega. Además, el nombre de esta constelación se justifica por la semejanza entre la disposición de las estrellas y la anatomía del crustáceo.

La estrella principal, aunque no la más brillante, es **α Cancri**, cuyo nombre árabe es *Acubens*, que significa "tijeras" o "tenazas".

Dentro de la constelación se encuentra el *Pesebre*³⁶ (cúmulo estelar catalogado como *M44* ó *NGC 2632*), con unas 80 estrellas, del que están comiendo dos burros, las estrellas **g** y **d**, llamadas *Asno del Norte* y *Asno del Sur*, en los que se montaron los dioses Hefesto y Dioniso en la lucha entre su padre, Zeus, y Crono: los rebuznos asustaron a los Titanes, que eran aliados del segundo. También contiene uno de los cúmulos de estrellas más viejos (con unas 500 estrellas), llamado *M67* (*NGC 2682*).

El segundo trabajo de Heracles

Según los griegos, fue la diosa Hera (Juno para los romanos) quien puso al cangrejo y a la hidra en el cielo. Compensaba así el valor demostrado por ambos en su lucha contra Heracles, al que la diosa odiaba por ser el fruto de una infidelidad más de Zeus, esta vez con Alcmena. Al final de esta lucha, conocida como *segundo trabajo*, el cangrejo fue aplastado por el pie del héroe griego, quien fue catasterizado como Hércules por los romanos.

1.3.5. Leo/Leonis/Leo/León

En griego: *Léôn* ("el león").

En árabe: *al-'Asad* ("el león").

Las estrellas de esta constelación, una de las más grandes junto con *Virgo* y el *Escorpión*, recuerdan la figura de un león sentado sobre sus patas.

Su estrella principal, en las garras delanteras del animal y de primera magnitud, es *Regulus* (**a** *Leonis*), que significa "reyezuelo" o "pequeño rey" (en árabe *Qalb al-'Asad*, "el corazón del león"). Según algunos autores fue Copérnico quien romanizó el nombre de la estrella, que previamente era conocida como *Basiliskos* ("príncipe"), por razones astrológicas que la relacionaban con el nacimiento de futuros reyes. Otras estrellas importantes son *Denébola* (**b** *Leonis*), del árabe *Dhanab al-'Asad*, que significa "la cola del león", y *Algeiba* (**g** *Leonis*), del árabe *al-Jabhat al-'Asad*, que significa "la frente del león".

A esta constelación pertenecen las *Leónidas*, una lluvia de estrellas que todos los años puede verse en torno al 17 de noviembre y que procede de los restos del cometa *Tempel-Tuttle*. Esta lluvia fue, como recogieron los medios de comunicación, especialmente intensa en 1998.

El león de Nemea

El león era una bestia que descendía de una familia de monstruos y que fue engendrado por Selene (la Luna). Habitaba en un monte cercano a la ciudad de

Nemea. Este feroz animal, aparentemente invulnerable, atemorizaba a la población cada vez que salía de la cueva para buscarse el sustento. Tras los infructuosos intentos de cazarle, el rey Euristeo encargó a Heracles el trabajo de librarse de él (éste fue el primero de sus doce trabajos). El héroe griego se enfrentó al león, primero lanzándole flechas que rebotaban en su piel e intentando en vano clavarle su espada, para acabar luchando con él cuerpo a cuerpo. Aunque Heracles perdió un dedo en la batalla, al final consiguió estrangular a la bestia con sus propias manos. Después, usando las propias garras del animal, le arrancó la piel, con la que se vistió desde entonces.

Según otra leyenda, esta constelación representaba a uno de los dos leones que van por delante de la constelación de *Virgo*, tirando del carro de Cibeles.

1.3.6. *Virgo/Virginis/Vir/Virgen*

En griego: ê *Parthénos* ("la Virgen").

En árabe: *al-'Adhrà'* ("la espiga").

Esta constelación primaveral se representa como una doncella que lleva en la mano derecha una palma y en la izquierda unos brotes de maíz o una espiga de trigo. *Virgo* simboliza el erotismo, la maternidad y la fertilidad. Ha sido identificada con Ishtar, la diosa de la fertilidad de los babilonios; con Astrea, la diosa romana de la justicia (su balanza es, como veremos, la constelación de *Libra*); y con Demeter, la diosa griega de la cosecha.

La estrella principal (*a Virginis*), de la primera magnitud, recibe el nombre de *Spica*, que en latín significa "la espiga". Otras estrellas importantes son *g Virginis* o *Porrima* (nombre de una ninfa romana) y *e Virginis* o *Vindemiatrix* ("la vendimiadora"). Hace 2.000 años, *Virgo* desaparecía del cielo vespertino cuando comenzaba el tiempo de la cosecha y de la vendimia.

Esta constelación alberga uno de los cúmulos de galaxias más famosos: el *Cúmulo de Virgo*³⁷, que contiene más de 3.000, incluidas la nuestra y todas las demás galaxias del llamado *Grupo Local*. Entre ellas destaca la galaxia gigante *M87 (NGC 4486)*, en

la que Heber D. Curtis descubrió en 1918 la expulsión de un *jet extragaláctico* o chorro de material muy energético que posiblemente se deba a la existencia de un agujero negro supermasivo en el centro de la galaxia.

También se encuentra en esta constelación el cuásar 3C 273, el más brillante y el primero que se descubrió. Muy famoso es igualmente el objeto *M104 (NGC 4594)*, más conocido como *Galaxia del Sombrero*³⁸, una galaxia vista de canto con una franja oscura que atraviesa su ecuador.

El rapto de Perséfone

Virgo representa a la diosa Deméter, versión griega como hemos visto de otras muchas divinidades anteriores, como la Cibele frigia, cuyo trono está flanqueado por dos leones, que tiraron de su carro cuando deseaba recorrer sus campos. Cibele fue esposa de Gordias, el del nudo gordiano, y madre del rey Midas, que convertía en oro todo lo que tocaba.

Hades, dios del reino de los muertos, raptó a la bella Perséfone, hija de Deméter, quien amenazó con dejar de fertilizar la Tierra si los dioses no le devolvían a su hija. Zeus intervino y, al final, acordaron que Perséfone pasaría medio año con Hades bajo la tierra y medio año en la superficie con Deméter, correspondiendo estos meses a la primavera y al verano.

Las cuatro épocas de la Humanidad

La diosa de la justicia Astrea, hija de Zeus y de Temis³⁹, gobernó a los hombres sabiamente durante la llamada Época de Oro de la Humanidad. En ella, los hombres se dedicaban a la agricultura y a la ganadería. En la Época de Plata, con la navegación y el conocimiento de otras naciones, comenzaron los ataques entre los hombres. En la Época de Bronce, la violencia era continua. Y ya, en la Época de Hierro, las injusticias y las agresiones fueron tales que la diosa decidió abandonar el mundo de los hombres y volar al cielo, donde permanece.

1.3.7. *Libra/Librae/Lib/Balanza*

En griego: o *Dzugos* ("la balanza") y *Quelas* ("las pinzas del escorpión").

En árabe: *al-Mîzân* ("la balanza").

Martos Rubio dedica un capítulo al enigma de la constelación de *Libra*⁴⁰, la única constelación zodiacal que no recibe el nombre de un *zoon* o criatura viva como las once restantes, de las cuales siete son de animales y cuatro de figuras humanas.

Con su nombre actual jamás existió, según este autor, en el zodiaco griego antiguo, donde aparece como *Quelas* (en latín, *Chelae*), que significa "las Pinzas" (del *Escorpión*)⁴¹. La razón es que supuestamente las estrellas de *Libra* eran parte del *Escorpión* (que dado su gran tamaño después se dividió en dos). De ahí también que las principales estrellas recibieran los nombres árabes adoptados por los griegos: **a** *Librae* se conoce como *Zuben Elgenubi*, que significa "pinza sur", y **b** *Librae* como *Zuben Eschemali* o "pinza norte".

Esta constelación contiene una pequeña nebulosa planetaria, NGC 5897, también llamada *Merrill 2-1*, porque fue descubierta en los años cuarenta por el astrónomo Paul Merrill, o VV 72, iniciales del astrónomo soviético Boris Vorontsov-Velyaminov, que también la estudió.

El equilibrio entre el día y la noche

De las *Pinzas del Escorpión* helénico se pasó a la *Balanza* romana (*Libra*, en latín), que ya existía en Babilonia. Según Martos Rubio pudo haber sido Marco Terencio Varrón (116-27 a.C.) quien le dio este nombre latino en su obra *Rerum Rusticarum* (Sobre la vida rural). “Y por alguna razón, de cuyo secreto vamos en pos -añade nuestra fuente-, su iniciativa halló buena acogida entre los autores subsiguientes, de modo que a partir de entonces este nombre se ha generalizado de modo tal que nadie ha vuelto a usar el otro”.⁴²

Esta pequeña constelación representa a la justicia, quizá porque hace 2.000 años el Sol la cruzaba en los meses de otoño, cuando el día y la noche se igualan en duración, se *equilibran* (término que significa “igual peso”). *Libra* es la balanza que sopesa el alma de los difuntos y simboliza el otro mundo.

Pero esta *Balanza*, como concluye Martos Rubio, no ocupaba el lugar de las *Pinzas del Escorpión*, sino que pertenecía a la constelación de *Virgo*. “Esto significa -explica- que los romanos no veían en *Virgo* a una doncella (*Parthénos*) portando una espiga, sino a *Astrea*, la diosa de la Justicia, quien porta una *Balanza*, localizada en la parte oriental del asterismo, cuya posición coincide con la del Sol en el Equinoccio de otoño”⁴³. La *Balanza* se separó de *Virgo* formando una nueva constelación entre *Virgo* y *Escorpión*. De ese modo las constelaciones del Zodíaco volvieron a ser doce.

En cuanto a quién catasterizó esta constelación en el cielo romano y la fecha en que la instituyó oficialmente, Martos Rubio apunta que fue el alejandrino Sosígenes. Este astrónomo fue el autor material de la *Reforma Juliana* del calendario, llamada así en honor de Julio César, quien la encargó, y puesta en práctica en el año 46 a.C.. De ella hablaremos al final de este capítulo.

1.3.8. *Scorpius/Scorpii/Sco/Escorpión*

En griego: *Skorpios* (“el escorpión”).

En árabe: *al-‘Aqrab* (“el escorpión”).

Ésta es una de las pocas constelaciones que se parecen a la figura que le da nombre. La estrella principal (*α* *Scorpii*) es una gigante roja de primera magnitud llamada *Antares*, nombre que en griego significa “la rival de Ares (dios griego de la guerra)”, dado por tener el mismo color rojizo que el planeta Marte, con el que se la confunde. En árabe recibe el nombre de *Qalb al-‘Aqrab*, que significa “el corazón del escorpión”. El agujón se encuentra en *ι* *Scorpii*, que por ello se llama *Schaula* o *Chawlat al-‘Aqrab* (en árabe, “el agujón del escorpión”). Esta constelación, además de cúmulos abiertos, como *M7* (*NGC 6475*) y *M6* (*NGC 6405*), también conocido como el *Cúmulo de la Mariposa*⁴⁴, contiene varios cúmulos globulares⁴⁵ de estrellas, como *M4* (*NGC 6121*).

La venganza de Ártemis

La diosa Ártemis quiso vengarse del cazador Orión, que alardeaba de ser capaz de matar a todas las bestias salvajes además de acosar de continuo a las Pléyades. Por ello, la diosa le mandó a un escorpión, que le persiguió y le picó en el talón, matándole con su veneno. Los dioses trasladaron al cielo tanto a Orión como al escorpión, aunque alejados para que no pudieran volver a encontrarse; de hecho, *Orión* se esconde en cuanto el *Escorpión* asoma sus mortíferas pinzas.

1.3.9. Sagittarius/Sagittarii/Sgr/Sagitario o Arquero

En griego: ο *Toxotès* (“el arquero”).

En árabe: *ar-Râmî* (“el arquero”).

Esta constelación se encuentra en plena Vía Láctea en la dirección del centro de nuestra galaxia, de difícil observación por las espesas nubes de materia interestelar que se interponen. *Sagitario* se representa como un centauro (mitad hombre, mitad caballo) o como un arquero, con un arco y una flecha apuntando a *Antares*, el corazón del *Escorpión*. Algunas de sus estrellas adoptan la forma de una *Tetera*, nombre con que se las conoce. Su estrella *α* *Sagittarii*, llamada *Rukbat* en árabe o “rodilla del arquero”, no es la más brillante. La más luminosa es *ε* *Sagittarii*, llamada *Kaus Australis* o “arco del sur”.

Contiene el cúmulo globular *M22* (NGC 6656) y algunas nebulosas conocidas, como la *Nebulosa del Cisne*, *Nebulosa Omega* o *Nebulosa de la Pezuña del Caballo*⁴⁶ (*M17* ó NGC 6618); la *Nebulosa de la Laguna*⁴⁷ (*M8* ó NGC 6523); y la *Nebulosa Trífida*⁴⁸ (*M20* ó NGC 6514), llamada así por la apariencia tripartita que de ella ofrecían los telescopios antiguos hace más de dos siglos, aunque los nuevos instrumentos muestran que está formada por cuatro o cinco lóbulos. Además, *Sagitario* alberga el objeto llamado *Sagittarius A*, la fuente de radio más brillante que se conoce y cuyo descubrimiento en 1932 dio lugar al nacimiento de la radioastronomía.

El centauro Quirón

Según algunos autores, *Sagitario* representa al centauro Quirón, que fue educado por los dioses Ártemis y Apolo, y él mismo adiestró a muchos héroes en la caza, la música y el arte militar. Fue herido accidentalmente por una flecha envenenada de Heracles. A pesar de ser inmortal, Quirón pidió a los dioses que le dejaran morir y cedió su inmortalidad a Prometeo (véase *Acuario*). Hay otro centauro en el cielo, pero adornado con otra historia, como veremos.

Según una leyenda diferente, esta constelación representa a Croto, hijo de Pan, dios de los bosques, de los pastores y de los rebaños. Croto vivía en el monte Helicón, con sus amigas las Musas⁴⁹, a las que enseñó a manifestar su admiración mediante el aplauso (*Croto* en griego significa precisamente "aplauso" o "golpe rítmico"). Las Musas, agradecidas, pidieron a Zeus que lo ascendiera a los cielos. Por sus habilidades en la caza, Zeus le adornó con flechas y le dotó de patas de caballo y cola de Sátiro. De ahí que su representación final sea de nuevo la de un centauro como Quirón.

1.3.10. Capricornus/Capricorni/Cap/Capricornio

En griego: o *Aigokereus* ("los cuernos de la cabra").

En árabe: *al-Jady* ("el cabrito").

Capricornio es la constelación menos visible del Zodíaco. Generalmente se la representa como una cabra con cola de pez, lo que puede deberse a que, en la

antigüedad, el período de lluvias empezaba precisamente cuando el Sol entraba en esta constelación. Sin embargo, las lluvias duraban unos meses más. De ahí que las siguientes constelaciones -Acuario y los Peces- también recibieran nombres "húmedos" o de inspiración acuosa.

Las estrellas principales son **a** *Capricorni*, llamada *Algiedi*, que significa "el cabrito", y la **b** *Capricorni*, llamada *Dabih*, que significa "la estrella de la suerte". Contiene el cúmulo globular *M30 (NGC 7099)*.

Hace miles de años, el Sol alcanzó su posición más meridional en el cielo cuando estaba delante de *Capricornio*. Todavía se llama así, aunque ahora el Sol, como resultado de la precesión, está en *Sagitario* durante el solsticio de invierno.

La nodriza de Zeus

Una leyenda griega atribuye el nombre de la constelación y su representación a la cabra Amaltea, que amamantó a Zeus niño y lo crió a escondidas de su padre, el voraz Crono. Cuando Amaltea murió, Zeus la entronizó en el cielo convirtiéndola en la constelación de *Capricornio*.

Según otra leyenda, el dios Pan ya mencionado se convirtió en una cabra montés para esconderse del gigantesco Tifón (ver la constelación de los Peces). Zeus, agradecido por la ayuda prestada en su lucha contra el monstruo, recompensó a Pan situándolo en los cielos.

1.3.11. Aquarius/Aquarii/Aqr/Acuario o Aguador

En griego: o *Udrochoos* ("el aguador").

En árabe: *Sàkib aî-Mâ'* ("aguador").

Esta constelación, si bien es una de las más grandes, también es una de las más débiles. La disposición de sus estrellas recuerda la figura de un aguador que vierte un cántaro de agua, formado por cuatro astros. El Sol se desplaza por esta constelación en la época de las lluvias, de ahí el simbolismo de la figura con que se la representa.

Las principales estrellas son **a** *Aquarii* o *Sadalmelik*, que significa “suerte del rey” en árabe, y **b** *Aquarii* o *Sadalsuund*, que significa “estrella de la suerte de todos”.

Acuario contiene dos conocidas nebulosas planetarias: la *Nebulosa de Saturno*⁵⁰(NGC 7009), bautizada por Lord Rosse porque al observarla con su gran telescopio le recordó el sistema de anillos del planeta; y la *Nebulosa de la Hélice*⁵¹(NGC 7293), la nebulosa más grande y más cercana. También contiene los cúmulos globulares *M2* (NGC 7089) y *M72* (NGC 6981).

Esta constelación da nombre a dos conocidas lluvias de estrellas, las *eta* y las *delta acuáridas*, con el máximo de actividad el 5 de mayo y el 28 de julio, respectivamente.

El mito griego del Diluvio universal

Prometeo, que era hijo de Titanes, creó a los hombres modelándolos con arcilla y haciéndole serla competencia a Zeus, quien le impuso por ello varios castigos. El primero fue enviarle a la bella Pandora (que significa “dotada de todo”), quien llena de curiosidad abrió la caja que contenía todos los males de la Humanidad. Después, por haber robado el fuego del Olimpo y habérselo entregado a los mortales, Prometeo fue amarrado al monte Ida del Cáucaso, donde permaneció hasta que Heracles abatió al águila que devoraba su hígado. (Recordemos que el centauro Quirón brindó su propia inmortalidad para salvarle). Por último, Zeus envió el Diluvio universal. Pero Prometeo enseñó a su hijo Deucalión a construirse una enorme arca con la que el género humano podría salvarse del diluvio. Convertido en el Noé griego, Deucalión vagó por el océano durante nueve días, hasta que finalmente tocó tierra en el Parnaso. *Acuario* representa a este patriarca del género humano.

Ganimedes, el más bello de los mortales

Según otra leyenda, la constelación de *Acuario* representa a Ganimedes, el más bello de los mortales. Éste era un joven pastor, hijo del fundador de Troya, cuya hermosura era tal, que los dioses lo quisieron de copero en el Olimpo. Zeus, transformado en águila, lo raptó, no sin antes compensar convenientemente al

padre por la pérdida de su hijo. Pero en la residencia de los dioses ya había quien servía néctar y ambrosía a los dioses: Hebe, la diosa de la juventud, hija de Zeus y de Hera, quien no vio con buenos ojos la presencia en el Olimpo de tan bello competidor de su hija. Por esta razón, Zeus decidió colocar en el cielo a Ganimedes, donde estaría a salvo de peligros y podría escanciar agua sin problemas.

1.3.12. *Pisces/Piscium/Psc/Peces*

En griego: *oi Ichthues* ("los peces").

En árabe: *as-Samaktân* ("los dos peces").

Esta constelación, grande pero de estrellas débiles, contiene actualmente el *Punto Vernal*, es decir, el lugar en que se encuentra el Sol en el equinoccio de primavera. Como su nombre indica, los antiguos quisieron ver en esta configuración de estrellas la silueta de dos peces unidos por las colas. *Pisces* es el plural del nombre latino *Piscis*⁵², que significa "pez". El genitivo en singular es *Piscis* y en plural *Piscium*. La estrella principal es *α Piscium* o *Al Rischa*, que significa "la cuerda".

En esta constelación sólo destaca *M74 (NGC 628)*, una galaxia espiral vista frontalmente y descubierta en 1780 por Pierre Mechain.

La venganza de Rea

La Titánide Rea estaba irritada con su hijo Zeus por la muerte de su esposo Crono y sus otros hijos, los Titanes. Su venganza consistió en yacer con Tártaro, dios de los infiernos, y concebir al monstruo Tifón, el más gigantesco de todos: su cabeza tocaba el cielo, su envergadura abarcaba de oriente a occidente, sus dedos eran cien cabezas de serpientes, sus ojos escupían fuego y producía ruidos espantosos. Tifón empezó a perseguir a los dioses del Olimpo, quienes para despistarlo huyeron a Egipto tomando formas animales: Zeus se transformó en macho cabrío, Apolo en cuervo, Dioniso en cabra, Hera en vaca, Ártemis en gato, Ares en oso, Hermes en ibis... La diosa Afrodita, que había nacido de la espuma del mar, y su hijo Eros se transformaron en peces y huyeron nadando con las colas atadas para no separarse. De ahí que se les represente en el cielo como dos peces, con las aletas caudales sujetas por una cuerda en la estrella principal de la constelación.

Finalmente, Zeus se enfrentó a Tifón y tras una feroz batalla, le hizo huir hasta Sicilia. Allí lo aplastó lanzando sobre él una montaña entera: el Etna, convertido en volcán desde entonces como prueba de que encierra semejante monstruo en su interior.

1.3.13. *Ophiuchus/Ophiuchi/Oph/Ofiuco* o *Serpentario*

En griego: *Ophioukhos* ("el que sostiene la serpiente").

En árabe: *al-Hawwâ'* ("el encantador de serpientes").

Ofiuco es la nueva constelación del Zodíaco, lo que ha desbaratado los pronósticos astrológicos. Su nombre deriva del griego y significa "el que sostiene a la serpiente" (de *ophis*, "serpiente", y *ekho*, "el que sostiene"). De hecho, esta constelación se representa con la figura de Asclepio, el dios griego de la medicina, que con las manos agarra una serpiente (la constelación de *Serpens*), con la cabeza hacia el oeste y la cola hacia el este (por ello, el emblema de serpientes entrelazadas es el símbolo de la profesión médica). La estrella más importante no es la α *Ophiuchi*, llamada *Rasalhague*, que significa "la cabeza del encantador de serpientes", sino la *Estrella de Barnard*, de reciente bautizo. Esta estrella próxima al Sol, que fue descubierta en 1916 por el astrónomo americano E.E. Barnard (de ahí su nombre), tiene el mayor movimiento propio conocido y podría tener dos planetas a su alrededor. Esta estrella es el objetivo del proyecto *Dédalo*, del que existen ya estudios teóricos para enviar una nave hacia ella a finales del próximo siglo.

Esta constelación contiene varios cúmulos globulares, como *M10 (NGC 6254)* y *M12 (NGC 6218)*.

Los poderes curativos de Asclepio

Ofiuco continúa la leyenda de *Orión* y el *Escorpión*. Como vimos, conforme el *Escorpión* asciende por el horizonte oriental, *Orión* muere y se pone por el oeste. Pero Asclepio, con los poderes sanatorios que Apolo y Quirón le enseñaron, curó al cazador y aplastó al escorpión con el pie. Por ello, *Orión* resurge por el este, mientras que el animal es aplastado por el oeste.

CUADRO 1.

LAS CONSTELACIONES DEL ZODÍACO				
LATÍN	GENITIVO	ABREVIATURA	ESPAÑOL	SIGNO ASTROLÓGICO
Aquarius	Aquarii	Agr	Acuario o Aguador	Acuario
Aries	Arietis	Ari	Carnero	Aries
Cancer	Cancri	Cnc	Cangrejo	Cáncer
Capricornus	Capricorni	Cap	Capricornio	Capricornio
Scorpius	Scorpii	Sco	Escorpión	Escorpión
Gemini	Geminorum	Gem	Gemelos	Géminis
Leo	Leonis	Leo	León	Leo
Libra	Librae	Lib	Balanza	Libra
Ophiuchus	Ophiuchi	Oph	Ofiuco* o Serpentario	-
Pisces	Piscium	Psc	Peces	Piscis
Sagittarius	Sagittarii	Sgr	Sagitario o Arquero	Sagitario
Taurus	Tauri	Tau	Toro	Tauro
Virgo	Virginis	Vir	Virgen	Virgo

* Ahora constelación zodiacal.

CUADRO 2.

LAS 48 CONSTELACIONES DE PTOLOMEO			
N.	ZODIACALES	HEMISFERIO NORTE	HEMISFERIO SUR
1	Aries	Ursa Minor	Cetus
2	Taurus	Ursa Major	Orion
3	Gemini	Draco	Eridanus
4	Cancer	Cepheus	Lepus
5	Leo	Bootes	Canis Major
6	Virgo	Corona Borealis	Canis Minor
7	Libra	Hercules	Argo Navis
8	Scorpio	Lyra	Hydra
9	Sagittarius	Cygnus	Crater
10	Capricornus	Cassiopeia	Corvus
11	Aquarius	Perseus	Centaurus
12	Pisces	Auriga	Lupus
13		Ophiuchus*	Ara
14		Serpens	Corona Australis
15		Sagitta	Piscis Australis
16		Aquila	
17		Delphinus	
18		Equuleus	
19		Pegasus	
20		Andromeda	
21		Triangulum	

1.4. Las constelaciones no zodiacales

La mayoría de los nombres antiguos de constelaciones, incluso los que no coinciden con los nombres de personajes mitológicos, están muy relacionados con las leyendas clásicas. En cierto modo, “sirven de ‘ayuda visual’ o al menos refrescan la memoria sobre sucesos que narran esas historias”⁵³, señala Room. Esto es especialmente cierto en el caso del Hemisferio Norte (constelaciones boreales), donde los nombres son, por lo general, mucho más antiguos que la mayoría de los nombres de las constelaciones del Hemisferio Sur (constelaciones australes).

“Es especialmente agradable -añade Room- cuando los nombres de dos constelaciones vecinas se combinan para dar una imagen aún más detallada y precisa del cuadro mitológico. Sagitta (la Flecha), por ejemplo, está entre Aquila (el Águila), y Cygnus (el Cisne), mientras que también al lado se encuentra Hércules, el gran héroe clásico que la disparó, aunque algunos lo identifican con el arco de Cupido”.⁵⁴

1.4.1. Las Constelaciones del Hemisferio Norte

De las 48 constelaciones que listó Ptolomeo, 21 se encuentran en el Hemisferio Norte. He aquí sus leyendas, excepto la de *Ophiuco*, ya introducida cuando tratamos las constelaciones zodiacales.

Andromeda/Andromedae/And/Andrómeda

Según David Levy, *Andrómeda* “es una de las primeras constelaciones que fueron bautizadas y su antigüedad ha dado tiempo a generar una rica y variada mitología a su alrededor, pues incorpora las leyendas de otros grupos de estrellas identificadas posteriormente”.⁵⁵

Andrómeda era hija de Cefeo, rey de Etiopía, y de Casiopea, quien había osado proclamarse superior en belleza a las Nereidas, hijas del dios marino Nereo y la oceánida Doris. Poseidón, en castigo, envió al monstruo Cetus -una ballena- para

que asolará el reino. Siguiendo los consejos de un oráculo, Andrómeda fue encadenada a una roca (en los mapas se la representa con cadenas en las muñecas) y ofrecida en sacrificio a la ballena como único modo de apaciguar al dios marino. Y habría sido devorada por el monstruo de no haber sido por Perseo, quien enamorado de ella vino a salvarla montado en Pegaso (el Caballo Alado). Perseo mostró la horrible cabeza de Medusa a la ballena, que inmediatamente se convirtió en piedra.

La estrella más brillante es **a** *Andromedae* o *Alpheratz*, que en árabe significa "hombro del caballo", refiriéndose a la proximidad de Pegaso. También se la conoce como *Sirrah*, que se traduce por "ombligo" (de Andrómeda). Otras estrellas son **b** *Andromedae* o *Mirach* ("mandil" o "cintura") y **g** *Andromedae* o *Almak* ("lince del desierto").

El objeto más importante por su cercanía de la constelación de *Andrómeda* es la galaxia del mismo nombre, que a 2,3 millones de años luz se puede observar a simple vista. Al principio se creyó que *Andrómeda* era una nebulosa (de ahí su clasificación como *M31* en el catálogo de Messier en el siglo XVIII, que veremos más adelante). Pero en realidad es una galaxia espiral, catalogada como *NGC 224*, vecina y semejante a la nuestra y con dos pequeñas galaxias satélites: *M32 (NGC 221)* y *NGC 205*. Las noticias que hablan de *Andrómeda* son frecuentes, a veces por el temor a un encuentro frontal con nuestra galaxia. "Aunque estos dos colosos se aproximan a una velocidad de unos 250 kilómetros por segundo, para ser testigos de este encuentro futuro será necesario esperar aproximadamente unos dos mil millones de años", nos aclaraba el astrofísico Félix Mirabel, del Centro de Estudios Nucleares de Saclay (Francia), en una entrevista en 1991⁵⁶.

Aquila/Aquila/Aql/Águila

Por encargo de Zeus, un águila secuestró al bello Antinous o Ganimedes para convertirlo en copero de los dioses. También fue el águila que estaba a punto de devorar a Prometeo cuando Heracles le dio muerte. En cualquier caso, Zeus quiso recompensar los favores del ave rapaz inmortalizándolo en el cielo.

La estrella principal, una variable Cefeida de primera magnitud es **a** *Aquillae* o *Altair*, que en árabe significa "la voladora".

Esta constelación contiene cúmulos de estrellas abiertos, como *NGC 6709*, y las nebulosas oscuras *Barnard 142 (B142)* y *Barnard 143 (B143)*, con forma de una gigante "E". El 13 de noviembre de 1984, Levy descubrió el cometa *Levy-Rudenko*, como un objeto vago y débil, en esta constelación.

Auriga/Aurigae/Aur/Cochero o Auriga

Un auriga era el conductor de un carruaje en la antigüedad clásica. La constelación representa a un cochero llevando una cabra al hombro y crías en el brazo. Podría estar relacionado con Faetonte, el hijo de Helios⁵⁷, dios del Sol, y con Erecteo, el hijo de Hefesto, que inventó un carromato para mover su cuerpo lisiado.

La estrella principal, de magnitud 0,1, de esta constelación es **a** *Arigae*, también llamada *Capella*, que significa "chivo" o "joven macho cabrío", o *Alhajot*, en árabe "cabra", animal que Zeus elevó al cielo en agradecimiento por haberlo criado. Se trata de la cabra Amaltea, que amamantó al joven Zeus cuando era niño, como también recoge la leyenda de la constelación de *Capricornio*. Según la leyenda griega, Crono temía ser destronado por uno de sus hijos, según le habían vaticinado. Por esta razón devoraba nada más nacer a todos los hijos que su esposa Rea alumbraba. Al nacer Zeus, Rea engañó a Crono dándole una piedra envuelta en trapos y se llevó al niño a las montañas de Ida, en la isla de Creta. Al cuidado de la gruta, Rea interpuso a unos sacerdotes cuyos estruendos cantos evitaron que Crono oyera el llanto de su hijo.

Otra estrella brillante es **b** *Aurigae* o *Meukalinam*, que significa "hombro del cochero".

Esta constelación contiene los cúmulos de estrellas *M36 (NGC 1960)*, *M37 (NGC 2099)* y *M38 (NGC 1912)*.

Bootes/Bootis/Boo/Boyero

Bootes significa en griego "conductor de bueyes". Representa al hijo de la diosa Deméter y fue premiado con un lugar en el cielo por haber inventado el arado.

La estrella principal es **a Bootis**, observable a simple vista, pues tiene magnitud cero, y más conocida como *Arturo* o *Arcturus*, que quiere decir "el que no pierde de vista a la osa". En 1987, David H. Levy descubrió otro de los cometas que llevan su nombre cerca de esta estrella. Esta constelación contiene varias galaxias espirales, como NGC 5248.

Cassiopeia/Cassiopeiae/Cas/Casiopea

Como vimos en la constelación anterior, Casiopea, madre de Andrómeda, fue la Nereida que presumía tanto de su belleza que provocó la furia de las demás ninfas marinas. Se la reconoce fácilmente en el cielo por la disposición de sus cinco estrellas principales en forma de W.

Su estrella más brillante es **a Cassiopeiae** o *Schedar* ("pecho"). Contiene los cúmulos abiertos *M103* (NGC 581), *NGC 457*, también conocido como *Cúmulo del Búho*⁵⁸, y *Trumpler 1*, en honor de un astrónomo estadounidense que estudió este tipo de objetos. También alberga la conocida *Nebulosa de la Burbuja*⁵⁹ (NGC 7635).

En 1572, el astrónomo Tycho Brahe (1546-1601) descubrió en 1572 esta constelación una supernova que alcanzó una gran luminosidad.

Cepheus/Cephei/Cep/Cefeo

Esta constelación, que representa al rey de Etiopía y padre de Andrómeda, tiene la forma de una casa con un tejado puntiagudo, como dibujada con trazos infantiles.

Cefeo consultó al oráculo de Amón para saber cómo liberar a su reino del monstruo marino enviado por el enojado Poseidón. La respuesta fue que debía sacrificar a su hija Andrómeda a la ballena. Finalmente, Perseo liberó a su amada y quiso tomarla por esposa. Pero Cefeo y Casiopea no sólo se negaron sino que mandaron apresar al

héroe, quien en venganza mostró la cabeza de la Górgona y los convirtió en piedra. Conmovido por el llanto de Andrómeda, Perseo pidió a Zeus que situara a los desagradecidos padres en el cielo. De ahí que haya dos constelaciones con el nombre de Cefeo y Casiopea, aunque en castigo ambos cuelgan del revés sobre la bóveda celeste en ciertas épocas del año.

La estrella principal es *g*Cephei o *Alderamin* (en árabe, "brazo derecho"), aunque también destaca *b*Cephei o *Alfirk* (en árabe, "rebaño de ovejas" o "coronilla") y *m*Cephei, a la que William Herschel llamó *Estrella granate* (*The Garnet Star*).

Pero la estrella más famosa de esta constelación es la *d*Cephei, que da nombre a un tipo de estrellas variables muy frecuentes en las noticias científicas que se publican en la prensa en relación con las distancias en el Universo: las *Cefeidas*. En este tipo de estrellas existe una relación exacta entre su máxima luminosidad y el período de la variación luminosa, propiedad que permite calcular distancias astronómicas⁶⁰. Hoy se llaman así estrellas que incluso no pertenecen a la constelación de Cefeo.

Corona Borealis/Coronae Borealis/CrB/Corona Boreal

Se trata de una constelación cuya forma, un círculo incompleto, sí que justifica su nombre. Esta corona en el cielo tiene varias leyendas. Una de ellas cuenta que Ariadna, tras ser abandonada por el desagradecido Teseo, fue pretendida por el dios Dioniso. Pero Ariadna se negaba a casarse con él, pues no creía que se tratara de un dios, dada su apariencia de mortal. Para probar su condición, Dioniso se quitó la corona que llevaba puesta y la lanzó al cielo. Ariadna entonces aceptó y se volvió inmortal.

Otra leyenda supone que Dioniso se desprendió de su corona en estado de embriaguez y ante unos amigos que pusieron en duda su naturaleza divina. También se dice que fue una diadema que Venus le regaló a Ariadna en su boda.

La estrella más brillante es *a* *Coronae Borealis* o *Gemma* (en latín), que significa "la perla" o "piedra preciosa", en el centro de la corona. También se la conoce por

Alphecca, que quiere decir algo tan prosaico como “llave de limosnero con contorno dentado”.

Esta constelación contiene dos novas: *R Coronae Borealis* y *T Coronae Borealis*.

Cygnus/Cygni/Cyg/Cisne

También se la conoce como la *Cruz del Norte*, contrapartida de la *Cruz del Sur*. Representa a un cisne amigo de Faetonte, hijo de Helios. Cuando Faetonte intentó conducir el carro de su padre, los caballos se desengancharon y, en consecuencia, el Universo se incendió. Zeus, irritado, le castigó mandándole un rayo que le hizo acabar en el río Erídano. Para consolar al apenado cisne por tal pérdida, los dioses lo ubicaron en el cielo formando esta constelación. Según otras leyendas, podría tratarse o bien de Orfeo, convertido en cisne y llevado a los cielos para estar cerca de su lira, o bien del propio Zeus, que se metamorfoseó en este animal para seducir a Leda, reina de Esparta.

Su estrella **a** *Cygni* o *Deneb* (“cola”, en árabe) es una de las estrellas más brillantes a simple vista y se encuentra en el extremo superior de la cruz. Al pie brilla **b** *Cygni* o *Albireo* (“pájaro”). Una estrella famosa es igualmente δ *Cygni* o *Estrella Voladora*, debido a su rápido movimiento con respecto a las estrellas más lejanas. Con ella, en 1838, el astrónomo alemán Wilhelm Bessel (1784-1846) determinó por primera vez una distancia a una estrella fija.

Esta constelación contiene la *Nebulosa del Velo*⁶¹ (NGC 6960, NGC 6992 y NGC 6995), la zona más brillante del *Lazo del Cisne*⁶², que constituye los restos de una antigua supernova. También contiene una nebulosa planetaria llamada *Nebulosa Maldita* (NGC 6826), la *Nebulosa de Norteamérica*⁶³ (NGC 7000), denominada así por su forma, y la *Nebulosa del Pelicano*⁶⁴ (IC 5067-70).

Pero esta constelación es más conocida por albergar supuestos agujeros negros, de los que hablaremos extensamente en la Tercera Parte. Tal es el caso de *Cygnus X-1* (donde la letra X significa que se trata de una fuente identificada en rayos X) y del sistema V404 Cyg, descubierto por el astrónomo del IAC Jorge Casares.

Delphinus/Delphini/Del/Delfín

Un delfín salvó de ahogarse a Aríon, quien cantaba y tocaba la cítara. Este animal también intercedió para que la sirena Anfitrite accediera a casarse con Poseidón, dios del mar, quien agradecido situó al delfín en el cielo.

Las estrellas principales, **a** y **b**, reciben los nombres *Sualocin* y *Rotanev*, en honor de Niccolò Cacciatore, ayudante del observador del siglo XIX Giuseppe Piazzi (1746-1826), y así aparecen en el catálogo Palermo que este astrónomo confeccionó en 1814. Levy nos cuenta: "Los atlas de estrellas de la época incluyeron estos nombres sin explicaciones sobre su origen, pero el reverendo Thomas Webb averiguó que los nombres, escritos al revés, son Nicolaus Venator, la versión latinizada del nombre de Cacciatore."⁶⁵

Draco/Draconis/Dra/Dragón

Esta constelación representa, para griegos y romanos, al dragón que vigilaba la entrada del Jardín de las Hespérides, donde crecían las manzanas de oro. Sólo Heracles pudo con él en su trabajo número 11. También se dice que Atenea lanzó al cielo un dragón que la había atacado cuando luchaba con los Titanes.

En la mitología hindú, se trataba de un caimán, y para los persas de un hombre comiendo una serpiente.

La estrella **a** *Draconis* o *Thuban*, que significa "el dragón" o "la cabeza de serpiente", fue utilizada como estrella polar en el año 2700 a.C. La estrella más brillante es, sin embargo, **g** *Draconis* o *Eltanin* ("la serpiente") y se encuentra en la cabeza del dragón.

El *Dragón* contiene varias galaxias espirales, como *M102* ó *NGC 5866*, y el cuásar *Markarian 205* (*Mrk 205*)⁶⁶. De esta constelación proceden dos lluvias de estrellas: las

*Quadrántidas*⁶⁷, asociadas con el cometa *Machholz*, y las *Dracónidas*, procedentes del cometa *Giacobini-Zinner*, que aparecen en octubre.

Equuleus/Equulei/Equ/Caballito o Caballo Menor

Esta pequeña constelación representa al animal que Hermes, el mensajero de los dioses, regaló a Cástor, el hermano gemelo de Pólux. Se llamaba Celeris y era hermano de Pegaso (el Caballo Alado).

La estrella principal es *a Equulei* o *Kitalphard*, que significa “parte delantera del caballo”.

Hercules/Herculis/Her/Hércules

El héroe griego Heracles, romanizado Hércules, era hijo de Zeus y de la mortal Alcmena. Para que alcanzara la inmortalidad, Zeus quiso que fuera amamantado por la diosa Hera, quien lo hizo dormida. Al despertarse, la diosa arrojó a Hércules de sus brazos derramándose un gran chorro de leche sobre la bóveda celeste que dio lugar a la *Vía Láctea*. Muchos de los personajes relacionados con los 12 trabajos que, según la leyenda, se le encomendaron a Hércules, tienen justa representación en el cielo: el león de Nemea, y la Hidra, por ejemplo.

La constelación se representa con el héroe arrodillado con un pie sobre la cabeza del dragón que mató en su undécimo trabajo.

La estrella *a Herculis* o *Rasalgethi* (“cabeza del arrodillado”) es una gigante roja. Esta constelación contiene, entre otros objetos, el cúmulo globular *M13* o *Cúmulo de Hércules*, que con un millón de estrellas resulta el más espectacular del Hemisferio Norte.

Lyra/Lyrae/Lyr/Lira

El nombre de esta constelación forma parte del mito de Orfeo, héroe de Tracia. La lira había sido un regalo de su padre, Apolo, y la tocaba de forma que hasta los

animales salvajes y los árboles se emocionaban al escucharle. Su pasión por Eurídice fue de tal intensidad que cuando ésta murió, Orfeo bajó a los infiernos a buscarla. Conmovidos por el sufrimiento del enamorado, los dioses accedieron a liberar a Eurídice con la única condición de que en el viaje de regreso al mundo superior Orfeo evitara mirarla. Pero antes de llegar, Orfeo no pudo contenerse y miró a su bella Eurídice, quien al momento bajó de nuevo al Hades, esta vez para siempre. Orfeo, enloquecido, murió a manos de un grupo de mujeres libidinosas a las que había rechazado. Finalmente, Orfeo y Eurídice se reunieron simbólicamente en el cielo, donde Zeus colocó la lira que da nombre a esta constelación. Levy dice: "Uno puede imaginarse las cuerdas de la lira extendidas por el paralelogramo de cuatro estrellas que la acompaña".⁶⁸

La estrella principal de esta constelación es *α Lyrae*, más conocida por su nombre árabe *Vega*, que significa "el águila que cae en picado". Esta estrella doble azulada, una de las más brillantes del cielo, forma con *Deneb*, en la constelación del Cisne, y *Altair*, en la constelación del Águila, el llamado *Triángulo de Verano*.

Esta constelación contiene una bella nebulosa planetaria, la *M57* ó *NGC 6720*, conocida como *Nebulosa del Anillo*⁶⁹, por la forma que adopta vista con telescopio.

Pegasus/Pegasi/Peg/Pegaso

Esta constelación representa al caballo alado que surgió de la sangre vertida por Medusa cuando fue decapitada por Perseo. Cuando Pegaso fue llevado al Monte Helicón, una coza hizo manar el manantial de Hipocrene, fuente de inspiración de los poetas.

Sus estrellas principales reciben nombres árabes relacionados con alguna parte del caballo. Así **a** Pegasi o *Markab* ("silla de montar"), **b** Pegasi o *Scheat* ("hombro o pata delantera del caballo"), **g** Pegasi o *Algenib* ("alas del caballo") y **e** Pegasi o *Enif* ("nariz del caballo").

Contiene el cúmulo de estrellas *M15 (NGC 7978)* y el *Quinteto* (también llamado *Cuarteto*) de *Stephan*, un famoso grupo de cinco galaxias que a la vista de telescopio aparecen juntas en el cielo, moviéndose conjuntamente. Fue el astrónomo M.E. Stephan quien en 1877 descubrió cuatro de ellas (de ahí el nombre), pero el *Cuarteto* se convirtió en *Quinteto* al hallar, como resultado de una mayor resolución en las observaciones, que una de las galaxias era doble. Sin embargo, los estudios sobre este grupo prosiguieron, hasta concluir en la actualidad que uno de los miembros -otra galaxia diferente del *Quinteto*- realmente no está asociado físicamente con el resto, sino que se encuentra a mucha menor distancia. Las galaxias que forman esta agrupación, precedidas por las letras *NGC* (por el catálogo en el que se encuentran) son: *7317*, *7318 A*, *7318 B*, *7319* y *7320*, siendo esta última la que ya no pertenece al grupo.

En esta constelación también se encuentra el primer planeta descubierto fuera de nuestro Sistema Solar y que gira en torno a la estrella *51 Pegasi*.

Perseus/Persei/Per/Perseo

Representa al héroe griego, hijo de Zeus y de la mortal Dánae. Su abuelo fue Acrisio, rey de Argos, a quien el Oráculo de Apolo vaticinó que moriría a manos de uno de sus nietos. Para evitar que esta amenaza se cumpliera, Acrisio encerró a su única hija, Dánae, en una torre de bronce inaccesible. Pero la belleza de la joven atrajo a Zeus,

quien la sedujo convertido en una fina lluvia de oro. De la unión nació Perseo, y Acrisio, al enterarse, encerró a su hija y a su nieto en una caja de madera hermética que arrojó al mar. La suerte hizo que un pescador los recogiera en la costa de la isla de Serifos. Allí, el rey Polidectes esclavizó a Dánae y entregó al niño a los sacerdotes del templo de Atenea. Perseo se convirtió pronto en un personaje de leyenda protegido de los dioses y odiado por Polidectes, que le enviaba a misiones peligrosas, como enfrentarse a la mortífera górgona Medusa, de cabellos de serpiente.

Con ayuda del escudo de Atenea utilizado a modo de espejo, Perseo cortó la cabeza de Medusa. Ésta era una de las tres hermanas Górgonas, tan horrible que convertía en piedra a cualquiera que osara mirarla. Precisamente gracias a ella, y como hemos visto, Perseo pudo librar a Andrómeda del monstruo marino. Todos los personajes de esta leyenda tienen un espacio propio en el cielo: *Perseo, Andrómeda, Casiopea, Cefeo, la Ballena y Pegaso*.

Perseo regresó a Serifos para liberar a su madre de Polidectes, a quien dio muerte. Por su parte, Acrisio quiso reconciliarse con su nieto, pero con tan mala suerte que resultó muerto accidentalmente por un disco que Perseo lanzó durante la celebración de unos juegos deportivos. Se cumplía así la inexorable profecía del oráculo.

La estrella *a Persei* recibe el nombre árabe de *Algenib*, que significa "a la derecha", mientras que *b Persei* es conocida por *Algol* o "cabeza del ogro o demonio", coincidiendo en la representación del mito con la cabeza de Medusa que muestra Perseo, concretamente el maléfico ojo. *Algol*, descubierta en 1667 como estrella variable eclipsante por el astrónomo italiano Geminiano Montanari, de Bolonia, es el prototipo y da nombre a un tipo de estrellas variables.

En Perseo se encuentra la *Nebulosa de California*⁷⁰ o *NGC 1499*, aunque los objetos más conocidos popularmente asociados con esta constelación son las *Perseidas*⁷¹. Se trata de estrellas fugaces (meteoros), procedentes de los restos del cometa periódico *Swift-Tuttle*, que parecen surgir de la constelación de Perseo (de ahí su nombre). Esta famosa lluvia de estrellas, la más espectacular, se observa, con mayor o menor

intensidad, cada año hacia el 12 de agosto, y siempre da lugar a un gran número de noticias en los medios de comunicación.

Los *meteoros* o estrellas fugaces son estelas rápidas de luz en el cielo causadas por *meteoroides*⁷², partículas de polvo procedentes de un cometa o de un asteroide que se queman al entrar en contacto con la atmósfera de la Tierra. Observables a simple vista, aparecen con frecuencia y en forma de *lluvia* en distintas épocas del año. Estas lluvias periódicas toman el nombre de la constelación de la que parecen surgir, añadiendo la terminación "-idas". Aparte de las *Perseidas*, hemos visto las *Táuridas*, las *Gemínidas*, ... En total hay unas veinte lluvias de estrellas regulares.

Sagitta/Sagittae/Sge/Flecha

Varios han sido los usos de esta flecha en el cielo: la flecha con la que Hércules mató al águila que amenazaba con devorar a Prometeo y la flecha con la que Apolo mató a los Cíclopes.

La estrella principal es *a Sagitta* o *Sham* ("la flecha"). Esta denominación fue introducida por el astrónomo italiano Giuseppi Piazzi hace unos 200 años, aunque procedía del término árabe *Sham*, que daba nombre a toda la constelación.

Contiene las nebulosas planetarias *NGC 6879*, *IC 4997* y *NGC 6886*, así como el cúmulo globular *M71 (NGC 6838)*.

Serpens/Serpentis/Ser/Serpiente

Es la única constelación que está dividida en dos partes. Su cabeza (*Serpens Caput*) se halla separada de su cola (*Serpens Cauda*) por *Ofiuco*, el portador de serpientes. Antiguamente ambas formaban una sola constelación.

La estrella principal es *a Serpentis*, también llamada *Unuk Elhaija* o *Unukalhai* ("cuello de serpiente").

Esta constelación contiene el cúmulo globular *M5 (NGC 5904)*, así como la *Nebulosa del Águila*⁷³ (*M16* ó *NGC 6611*), con sugerentes formas de polvo oscuro. Una imagen de esta nebulosa fue utilizada en el cartel de la celebración del X Aniversario del IAC, y sobre ella se impresionó una dedicatoria de S.A.R. el Príncipe de Asturias. Con el Telescopio Espacial *Hubble* se ha observado en esta nebulosa un pequeño cúmulo de unas cien estrellas recién nacidas, donde aparecen unas estructuras gaseosas denominadas *EGGS*, "huevos" en inglés (los huevos del nido del águila), de sus iniciales *Evaporating Gaseous Globules*.

Triangulum/Triangulii/Tri/Triángulo

Símbolo del delta del Nilo, a esta constelación también se la llamó *Delta Deltotum* en la antigüedad por su parecido con la letra griega δ . Se la ha relacionado igualmente con la forma triangular de Sicilia. Los hebreos, por su parte, la asociaban con un instrumento musical.

La estrella principal es ***a Trianguli*** o *Mothallath*, que significa "triángulo".

Contiene una galaxia que es observable a simple vista en noches claras: la *Galaxia del Triángulo (M33* ó *NGC 598)*, una de los miembros más grandes y brillantes de nuestro *Grupo Local*, después de la *Vía Láctea* y de *Andrómeda*.

Ursa Major/Ursae Majoris/UMa/Osa Mayor

La *Osa Mayor* es, sin duda, la constelación más conocida del cielo. La mitología recoge que se trata del animal en que la celosa Hera transformó a la princesa Calisto, quien había tenido un hijo de Zeus llamado Arcas (representado en la *Osa Menor*). El dios del Olimpo quiso recompensar a madre e hijo situándolos juntos en el cielo.

Las siete estrellas que destacan de esta constelación forman un asterismo que ha recibido multitud de nombres según las diferentes culturas: *El Gran Carro*, *El Arado* (*The Plough*, en inglés), *La Montaña Rusa* (*The Big Dipper*, nombre que en inglés recibe un cucharón con un mango largo). Los árabes lo consideraban un ataúd,

detrás del cual iban tres plañideras (de ahí el nombre de una de las estrellas). Los griegos también la conocían como *La Hélice*, por su movimiento alrededor del Polo Celeste. También en torno al Polo daban vueltas los bueyes de trilla que veían los romanos. De hecho esta constelación nos sirve para localizar la *Osa Menor*: tomando cinco veces la distancia entre las estrellas **a** y **b** de la *Osa Mayor* se encuentra la *Estrella Polar*.

Para los indios cherokees, las siete estrellas eran cazadores persiguiendo una osa. En América central veían un hombre cojo, con una sola pierna, significado de *Hunrakan*. De esta palabra deriva el término *huracán*, pues durante la época en que esta constelación es invisible se producen fuertes tormentas en el Caribe.

"En otros países y en otros idiomas -señala Room-, el septeto estelar se ha visto como si fueran siete individuos de algún tipo a los que se han referido mediante nombres colectivos como, por ejemplo, las Siete Monedas de Oro, los Siete Sabios, los Siete Toros, los Siete Durmientes de Éfeso, los Siete Campeones de la Cristiandad, los Siete Pequeños Indios y prácticamente por cualquier nombre que designe el mágico y místico número 'siete'".⁷⁴

Estas siete estrellas tienen nombres árabes: *Dubhe* ("osa"), *Merak* ("lomo"), *Phecda* ("muslo"), *Megrez* ("principio de la cola"), *Alioth* ("el caballo negro" o "el toro"), *Mizar* ("lomo") y *Benetnasch* ("plañidera"), que corresponden a las estrellas **a**, **b**, **g**, **d**, **e**, **z** y **h**, respectivamente.

Muy próxima a *Mizar*, que es un ejemplo de estrella doble, se encuentra *Alcor*, una estrella de cuarta magnitud y, por tanto, muy difícil de observar a simple vista. Los árabes la utilizaban como prueba de agudeza visual (hoy se sabe que cada una de estas estrellas es doble a su vez). *Mizar* y *Alcor* también reciben los nombres de *Caballo* y *Jinete* o *Caballo* y *Caballero*.

Las estrellas λ y μ , en el pie trasero izquierdo de la *Osa Mayor*, se llaman *Tania Borealis* y *Tania Australis*, respectivamente, del árabe *Al Kafzah al Thaniyah*, que significa "el segundo salto (de la gacela)".

Esta constelación contiene varias galaxias: *M81 (NGC 3031)*, donde explotó la supernova *1993J*, *M82 (NGC 3034)* y *M101 (NGC 5457)*. También contiene la nebulosa planetaria *M97* ó *NGC 3587*, más conocida como la *Nebulosa del Búho*⁷⁵ (o de la *Lechuza*). Uno de los primeros planetas extrasolares descubiertos gira alrededor de la estrella 47 de esta constelación: *47 Ursae Majoris (47 Uma)*.

Ursa Minor/Ursae Minoris/UMi/Osa Menor

La *Osa Menor* representa a *Arcas*, el hijo de *Calisto*, también catasterizada en el cielo por *Zeus*, como hemos visto.

La estrella principal, que se encuentra al final de la cola, es la *a Ursae Minoris*, conocida como *Polaris*, adjetivo latino que significa "del polo". Ahora se encuentra alejada unos 0,8 grados del polo norte celeste exacto. En el siglo II a.C., la estrella brillante más cercana al polo norte celeste era la *b Ursae Minoris*. *Eudoxo*, en sus *Fenómenos*, le dio el nombre de *Polos*, en el sentido de "extremo del eje" alrededor del cual giraba el *Cosmos*. El poeta *Aratos* también lo empleó en sus versos como una estrella sobre la que pivotaba la esfera de las estrellas fijas. (La estrella 5 *UMi* estaba más cerca, pero era muy débil y se ignoró). Con la precesión de los equinoccios, la *Estrella Polar* dejó de serlo propiamente, aunque conservó el nombre latino de *Polaris*.

El poeta inglés *John Keats* le dedicó unos versos en 1819, cuando se encontraba enfermo:

*Estrella brillante, ojalá fuera tan inquebrantable como tu arte-
mas no resplandeciendo solitario en lo alto del cielo
ni mirando con eternos párpados alzados,
como un enfermo y desvelado Eremita de la Naturaleza.*⁷⁶

1.4.2. Las Constelaciones del Hemisferio Sur

De las 48 constelaciones que catalogó *Ptolomeo* en su *Almagesto*, nos quedan por ver las 15 que se encuentran en el Hemisferio Sur. He aquí sus leyendas.

Ara/Arae/Ari/Altar

Es una constelación poco visible, cerca de la cola del *Escorpión*. Representa el altar de los dioses en el monte Olimpo, donde éstos celebraron la victoria sobre los Titanes, así como el altar de sacrificios a Zeus. Su nombre latino original era *Ara Centauri*, el altar del Centauro Chirón, que mitad hombre, mitad caballo, era la criatura más sabia de la Tierra.

Sus estrellas no tienen nombres propios: la estrella más brillante es **b Arae**, de color naranja. Y contiene NGC 6397, el cúmulo globular más cercano.

Argo Navis/Nave Argo

Esta constelación representa a la nave del héroe Jasón y su tripulación, los Argonautas⁷⁷, catasterizada por Atenea (también está relacionada con el Arca de Noé y sus diferentes versiones según las culturas).

La leyenda de los Argonautas comienza con Frixo, uno de los hermanos que consiguió escapar de Ino y Atamante (véase la constelación de *Aries*), cuyo país natal sufría una plaga de hambre. El héroe que pone fin a la plaga es Jasón, el hijo menor de un rey destronado que fue educado por el centauro Quirón. Cuando Jasón reclamó el trono a su tío Pelias, el usurpador, lo hizo calzando una sola sandalia (había perdido la otra al cruzar un río ayudando a una anciana que resultó ser la diosa Hera). Pelias, a quien un oráculo le había advertido de que desconfiara de alguien que se le presentara vestido así, le preguntó a Jasón por el castigo que impondría a quien conspirase contra su rey. La respuesta que el héroe griego dio -la búsqueda del Vellochino de Oro- fue la tarea que Pelias le impuso. Jasón, ayudado por Medea, la hija de Eetes, rey de la Cólquide, se hace con el Vellochino de Oro, custodiado por un dragón que nunca dormía.

Argo es precisamente el nombre de una nueva galaxia descubierta en 1997 en esta constelación. Era tan grande que tuvo que dividirse en tres (ver más adelante las constelaciones introducidas por Nicolas Louis de Lacaille en 1763): *la Popa*, *las Velas* y *la Quilla* (en cuatro, según otros autores, si se incluye *Pyxis*). Aun así, su figura no está entera, sino sólo del timón al mástil.

Canis Major/Canis Majoris/CMa/Can Mayor

Junto con el *Can Menor* acompaña a *Orión*, el cazador, y sigue a éste en el movimiento diario de las estrellas. Según otra leyenda, los dos perros están sentados pacientemente bajo una mesa en la que cenan los Gemelos. Las estrellas de alrededor son las migajas que les dan a los animales.

La estrella principal, con una magnitud de -1,5, es *Sirio*, *Sirius* o *a Canis Majoris*, la estrella más brillante ("abrasadora" o "ardiente" es su significado en griego) que puede observarse desde la tierra a simple vista. Posiblemente, el término *Sirio* proceda de la raíz indoeuropea *Sr*, con el significado de "la abrasadora". En el antiguo Egipto, donde la conocían con el nombre de *Sepedet*, identificada con la diosa Isis, su reaparición coincidía con la crecida anual del Nilo y el comienzo de las inundaciones, indispensables para la fertilidad del valle egipcio. También coincidía en la antigüedad con los días más calurosos del año, con el solsticio de verano, asociados con fiebres mortales como la rabia en los perros. De ahí proviene la expresión "días de perros". Se decía que como *Sirio* se levantaba a la misma hora que el Sol a finales de verano, sus luminosidades se unían y producían más calor.

Pero *Sirio* es realmente una estrella doble. Su compañera, *Sirio B*, fue la primera *enana blanca*⁷⁸ que se observó. Wilhelm Bessel de Königsberg (1784-1846) detectó, en 1845, la perturbación que esta estrella producía en *Sirio*, pero fue Alvan G. Clark quien, en 1862, la observó ópticamente por primera vez. Es curioso y de difícil explicación el hecho de que el pueblo Dogón, de Mali, en África Occidental, conociera de antemano que *Sirio* tenía una compañera⁷⁹.

Esta constelación contiene varios cúmulos de estrellas, como *M41 (NGC 2287)*.

Canis Minor/Canis Minoris/CMi/Can Menor

Como hemos visto, es el otro compañero de *Orión* en las tareas de caza. Según la mitología griega podría tratarse del perro Mera, que conduce a Erígone hasta el cadáver de su padre, Icario. Este ateniense, que había sido instruido por Dioniso en el arte del vino, murió a manos de unos pastores que se creyeron envenenados.

Otra leyenda lo relaciona con Ártemis, diosa de la caza y de los bosques, quien se vio sorprendida por un mortal llamado Acteón mientras se bañaba desnuda. La diosa, furiosa por el ultraje, convirtió al mortal en un venado y después lanzó su jauría de podencos tras él para que lo devoraran.

Su estrella principal es **α Canis Minoris** o *Proción*, que significa en griego “perro delantero” o “el que precede al perro”, en alusión a la estrella *Sirio*. Como ésta, *Proción* también es una estrella doble. El trío *Sirio*, *Proción* y *Betelgeuse* forman el llamado *Triángulo de Invierno*.

Carina/Carinae/Car/Quilla

Esta constelación se encuentra muy al sur de la estrella *Sirio*. La **α Carinae** o *Canopus* es la estrella principal y de todo el Barco. Con -0,8 de magnitud es la segunda estrella más brillante de todo el cielo, muy utilizada en navegación. *Canopus* era el nombre del timonel que muere en la *Odisea* de Homero. También, para los egipcios, tenía que ver con el barco funerario del dios Osiris.

Hasta el descubrimiento en 1997, con el Telescopio Espacial *Hubble*, de la estrella llamada *Pistola*, la estrella más brillante de la Vía Láctea era *Eta Carinae*, que desprende tres millones de veces más energía que el Sol. En torno a esta estrella variable, de cuarta magnitud cuando Edmund Halley la descubrió en 1677, de primera en 1827 y de sexta en la actualidad, se encuentra la *Nebulosa Eta Carinae*⁸⁰ (NGC 3372), de tenebroso aspecto, y superpuesta, la *Nebulosa del Ojo de la Cerradura*⁸¹ (NGC 3324), otra nebulosa oscura.

Centaurus/Centauri/Cen/Centauro

Representa a un centauro de la mitología griega, una criatura mitad hombre, mitad caballo. Podría tratarse de nuevo del centauro Quirón, el tutor de muchos héroes griegos, que fue elevada al cielo después de ser envenenado accidentalmente por una flecha de Heracles.

La estrella principal es *α Centauri*, también llamada *Toliman* (que significa "las avestruces") o *Rigil Kentaurus* (que significa "el pie del Centauro"), muy cercana y parecida al Sol. Pero la estrella más próxima es, como su nombre indica, *Proxima Centauri* (una mezcla de latín y griego que significa "la más cercana del Centauro"), la cual se encuentra a 4,2 años luz. Se trata de una enana roja muy pequeña que fue descubierta en 1915 por el astrónomo escocés Robert Thorburn Innes, cuando estaba midiendo los movimientos de las estrellas alrededor de *α Centauri*, a la cual acompaña.

Esta constelación contiene el cúmulo globular más bello de la bóveda celeste: *ω Centauri* (NGC 5139). Con cerca de un millón de estrellas, este cúmulo tiene nombre estelar porque a Johannes Bayer, del que hablaremos en el período renacentista, le pareció a simple vista una resplandeciente estrella borrosa de cuarta magnitud. Es el segundo cúmulo más cercano, después del mencionado NGC 6397, en la constelación del *Altar*.

También encontramos en el *Centauro* la galaxia elíptica NGC 5128, que se distingue por una banda oscura de polvo que cruza su centro, posiblemente como resultado de una colisión con una galaxia espiral, y por su fuerte emisión en radio: más de mil veces la energía emitida en radio de nuestra galaxia. Esta poderosa fuente de energía de radio es conocida por los radioastrónomos como *Centauros A*. Recientemente y como se informaba en la prensa, el Telescopio Espacial *Hubble* observó cómo el supuesto agujero negro del centro de esta galaxia *engullía* a una pequeña galaxia espiral con la que debió de chocar.

Cetus/Ceti/Cet/Ballena

Esta constelación al sur de *Aries* forma parte del mito de Perseo, aunque más tarde sería la ballena que se comió a Jonás. Este Monstruo Marino amenazó con inundar Etiopía y provocar una marea devastadora. La catástrofe sólo se evitaría ofreciendo a Andrómeda, la hija de la reina, en sacrificio. Pero Perseo la rescató enseñando la cabeza de la Medusa a la Ballena, que quedó convertida en piedra.

Las estrellas principales son **a** *Ceti* o *Menkar* (en árabe, "los orificios de la nariz") y **b** *Ceti*, *Diphda* ("la rana") o *Deneb Kaitos* ("la cola del monstruo marino").

Lo más interesante de esta constelación es que contiene la gigante roja **s** *Ceti*, más conocida desde el Renacimiento por *Mira*, que significa "la estrella asombrosa" (como la bautizó Johannes Hevelius en 1662 en su *Historiola Mirae Stellae*). Descubierta por el holandés David Fabricius el 13 de agosto de 1596, se trata de la primera estrella variable conocida. Representa un tipo de estrellas que sufren variaciones de luminosidad de largo período (en este caso, cada 332 días). En su máximo puede alcanzar hasta la magnitud 1 ó 2, siendo observable a simple vista, mientras que en su mínimo, desciende hasta la magnitud 9 ó 10, sólo observable entonces con telescopio.

Esta constelación contiene la galaxia compacta *M77* ó *NGC 1068*, el mejor prototipo de lo que se conoce como *galaxia Seyfert*⁸², llamadas así en honor de su descubridor, el astrónomo norteamericano Carl Seyfert (1911-1960).

Corona Australis/Coronae Australis/CrA/Corona Austral

Sémele era una atractiva joven mortal, hija del rey Cadmo y de la bella Harmonía. Como era de esperar, el libidinoso Zeus la sedujo y la convirtió en su amante. Al descubrir la infidelidad de su marido, la celosa Hera decidió vengarse. Tras hacerse pasar por una nodriza, convenció a Sémele de que Zeus, siempre metamorfoseado ante sus amantes, debía aparecerse en sus encuentros en todo su esplendor divino. La ingenua Sémele ignoraba lo que Hera sabía: que ningún mortal soportaría tan grandiosa impresión. Zeus terminó accediendo a los insistentes deseos de su amante, a quien el fuego del dios consumió. Pero el hijo que Sémele llevaba en sus entrañas, Dioniso, logró salvarse gracias a la intervención de Zeus, en cuya pierna completó su desarrollo. El dios del vino honraría más tarde a su madre poniendo una corona en el cielo, que es la representada con esta constelación.

Ptolomeo la describió como la *Guirnalda del Sur*. No contiene estrellas con nombres propios.

En esta constelación se encuentran los cúmulos globulares NGC 6541 y NGC 6496.

Corvus/Corvi/Crv/Cuervo

Apolo, dios griego a quien por extensión representa esta constelación, envió a un cuervo a buscar una copa del agua de la vida. Pero el animal tardó en volver porque estuvo esperando a que madurara un higo cerca de un manantial. Luego llevó la copa (*Crater*) y una serpiente de agua entre sus garras, y dijo a Apolo que se había retrasado porque la serpiente le había atacado. Apolo, sabiendo que el cuervo mentía, puso a los tres en el cielo: la Copa está situada al oeste del Cuervo, pero la *Serpiente* le acecha.

La estrella principal es α Corvi o *Alchiba*, que significa "la tienda de campaña". Contiene la estrella TV Corvi o *Estrella de Tombaugh*. También alberga la *Galaxia de la Antena*⁸³, que en realidad es el resultado de la colisión de dos galaxias (NGC 4038 y NGC 4039). Su nombre se debe a que, como resultado de la colisión, se han formado dos chorros de estrellas, largos y curvos, como si fueran una antena. También se la conoce como *Cola de Anillo* o *Cola de Rata*.

Crater/Crateris/Crt/Copa

Simboliza al dios del vino, Dioniso, aunque se trata de la copa de oro con el que el Cuervo debía coger el agua de la vida para Apolo. La estrella principal es α Crateris, en árabe *Alkes*, que significa "el jarro" o "la copa (de vino)". Sus estrellas realmente siluetean una copa.

La palabra latina *crater*, del griego *krater*, que significa "vasija", se usó para los cráteres de la Luna por la forma de cuenco que tenían.

Esta constelación contiene algunas galaxias espirales, como NGC 3511.

Eridanus/Eridani/Eri/Erídano o Río

Esta constelación, muy cerca de los pies de Orión, se distingue por su longitud, es la más larga de todas. Según la mitología griega es el río de los Infiernos (también se la

ha identificado con el Éufrates, el Nilo y el Po). Ptolomeo la llamó *Potamos* ("el río"). Según la mitología griega, era el río en el que niño Faetonte cayó después de intentar conducir el carro de su padre, el dios Helios.

La estrella principal es **a Eridani** o *Achernar*, que en árabe significa "final del río". La fuente del río es *Cursa* o **b Eridani**; el curso del río sigue hacia el sur hasta llegar a la desembocadura en *Achernar*. Contiene la nebulosa planetaria NGC 1535 y la galaxia espiral barrada NGC 1300.

Hydra/Hydrae/Hya/Hidra o Serpiente de Agua Hembra

Es una constelación débil, pero muy larga, de nombre inspirado en una leyenda griega ya referida. Representa a la *Hydra* (la *Serpiente de Agua Hembra*, que no debe confundirse con *Hydrus*, la *Serpiente de Agua Macho*), la cual impide al Cuervo sacar agua de un manantial que estaba destinada a Apolo. También era la serpiente de nueve cabezas que Heracles (Hércules) tuvo que matar en uno de sus doce trabajos: cada vez que le cortaba una cabeza, le salían otras dos, hasta que la venció.

La estrella principal es una gigante roja de segunda magnitud: **a Hydrae** o *Alphard*, que significa "la solitaria". Esta constelación contiene la galaxia M83 (NGC 5236) y la nebulosa planetaria NGC 3242 o *Nebulosa Fantasma de Júpiter*.

Lepus/Leporis/Lep/Liebre

Esta constelación se encuentra bajo el pie izquierdo de *Orión*, al que le gustaba cazar estos animales. También se creía que era la silla del cazador. Fue llevada al cielo por Hermes, el mensajero de los dioses.

Tiene una estrella en cada oreja, dos en el cuerpo y dos en las patas delanteras. Su estrella principal es **a Leporis** o *Arneb*, que significa "liebre". *R Leporis*, parecida a una gota de sangre en el cielo, es una estrella variable a la que el astrónomo del siglo XIX Russell Hind bautizó como *Estrella Carmesí*.

Esta constelación contiene el cúmulo globular *M79* (NGC 1904) y la galaxia espiral NGC 1964.

Lupus/Lupi/Lup/Lobo

Se encuentra muy cerca de *Centauro*, como si éste le acariciara. Los griegos también la llamaron *Teron*, que representaba a un animal salvaje clavado en la lanza del Centauro ofrecido en sacrificio a los dioses (de ahí la proximidad de la constelación del *Altar*).

Contiene una variable *RULupi*, de la que se hablará más adelante, y varias nebulosas planetarias, como *IC 4406* y *NGC 6026*.

Orion/Orionis/Ori/Orión o Cazador

Para muchos, la constelación más bella de todo el cielo. Representa al cazador Orión, quien presumía de poder matar cualquier animal. Luchó contra el Escorpión, de ahí que los dioses los situaran separados en el cielo en lugares opuestos. También hemos visto cómo este cazador persigue incansablemente a las *Pléyades*.

Las estrellas más conocidas de esta constelación son la supergigante roja ***a*** *Orionis* o *Betelgeuse*, que significa "el hombro del gigante", la gigante azul ***b*** *Orionis* o *Rigel*, "la pierna del gigante", que realmente es la más brillante, y ***g*** *Orionis* o *Bellatrix* ("la guerrera", en el otro hombro). (Véase más adelante la historia del término *Betelgeuse* contada por Kunitzsch).

De δ , ϵ y ζ *Orionis* (*Mintaka*, *Alnilam* y *Alnitak*, respectivamente), que forman el llamado *Cinturón de Orión* (también conocido como *los Tres Reyes* o *las Tres Marías*), pende una espada en medio de la cual se ve a simple vista una mancha borrosa. Se trata de la *Nebulosa de Orión* (*M42* y *M43* ó *NGC 1976* y *NGC 1982*)⁸⁴, formada principalmente de hidrógeno, a partir del cual nacen las estrellas.

Esta constelación también contiene la *Nebulosa de la Cabeza del Caballo*⁸⁵ (NGC 2024), término que la apariencia de esta nebulosa realmente justifica.

Las *Oriónidas* es una lluvia de estrellas que se produce a mediados de octubre por meteoroides del cometa *Halley*.

Piscis Australis/Piscis Australis/PsA/Pez Austral

Algunas de las antiguas cartas de los cielos muestran al *Pez Austral* bebiendo el agua que se derrama de la jarra de *Acuario*, de ahí que aparezca a los pies de esta constelación. También está relacionado con el mito egipcio de Isis y Osiris.

La estrella principal, *α Piscis Austrini*, de primera magnitud, lleva el nombre árabe de *Fomalhaut*, que significa "boca del pez" (también se la conoce como *La Solitaria*). Por ser una de las estrellas más brillantes, para los persas fue una de las *Cuatro Estrellas Reales* que vigilaban el cielo (las otras tres eran *Regulus*, *Aldebarán* y *Antares*).

Puppis/Puppis/Pup/Popa

Es una de las partes -la mayor- de la *Nave Argo*. Como resultado de la subdivisión, no existen estrellas con las primeras letras griegas. La única estrella que destaca es *z Puppis* o *Naos*, que en griego significa "el barco" y que da nombre genérico a la constelación inicial.

Vela/Velorum/Vel/Velas

Las estrellas más brillantes son *g 1* y *d Velorum*, que representan las velas desplegadas de un barco, como su nombre indica. Algunas de sus estrellas forman la llamada *Falsa Cruz del Sur*.

Esta constelación contiene el cúmulo estelar *IC 2391*, también conocido como las *Pléyades del Sur*⁸⁶, por su brillante magnitud (2,5), y la nebulosa planetaria *NGC 3132*, llamada la *Nebulosa de los ocho brotes*⁸⁷, dada su compleja estructura multianillos.

1.5. Otra nomenclatura astronómica antigua

Además del nombre de las constelaciones y de algunas estrellas, en el Período Antiguo se acuñaron otros términos astronómicos, entre ellos *cosmos* y *galaxia*, los días de la semana y los meses del año, así como algunos nombres de planetas (que estudiaremos en el Período Moderno, cuando hablemos de la IAU). Veamos brevemente parte de sus historias (aunque algunas se continúan en los períodos posteriores).

1.5.1. **Cosmos versus Universo**

Ya hemos visto que *cosmos*, en griego, significa "orden", tal y como lo concebían los pitagóricos, para quienes todo estaba determinado por el número, y dado que el número es orden, el conjunto de todas las cosas, es decir, el universo, es orden.

La mitología opone el *Cosmos* al *Caos*, quien según Hesíodo fue lo primero: "por su nombre o etimología -explica Antonio Ruiz de Elvira- [Hesíodo] debió concebirlo [el *Caos*] como un vacío, abertura o abismo"⁸⁸, mientras que en la descripción de Ovidio era "un confuso montón de gérmenes o elementos informes e indeterminados"⁸⁹. El término *caos* toma en la actualidad diferentes significados.

El término *Universo* procede del latín (de *universus*, compuesto de *unus*, "uno", y *vertere*, "girar, convertir", en el sentido de "todo en conjunto" o literalmente "en torno a uno" o "convertido en uno"). Creemos que el uso de la mayúscula es necesario cuando nos referimos al todo en el espacio y en el tiempo, al conjunto en sí mismo, mientras que en minúscula puede tratarse de un modelo o tipo. Por ejemplo: el *Universo* a gran escala, pero el *universo* inflacionario, el *universo* estacionario, el *universo* temprano,

El divulgador científico John Gribbin propone que debe escribirse con mayúscula cuando el término se refiera a "todo aquello de lo que podemos tener conocimiento alguna vez, el intervalo total de espacio y tiempo accesible a nuestros instrumentos, ahora y en el futuro"⁹⁰. En cambio, sugiere -como veremos- que el término *cosmos* "pueda ser utilizado para hacer referencia a la totalidad del espacio y el tiempo, dentro del que (si el escenario inflacionario es correcto) podría haber un número

indefinidamente grande de otras burbujas de espacio-tiempo en expansión, otros universos con los que nunca podremos comunicarnos".⁹¹

1.5.2. Galaxia versus Vía Láctea

Según Adrian Room éstos son dos ejemplos de la forma en que determinados nombres antiguos tienen una relación lingüística y léxica, además de la ya de por sí narrativa y pictórica⁹². El término *Vía Láctea* (*Milky Way*, en inglés) deriva del latín *Via Lactea* que, a su vez, es una traducción del griego *Kyklos Galaktikos* (que significa "Círculo de Leche") y que se basa en la palabra griega *galax* ("leche")⁹³, cuyo genitivo *galaktos* no sólo derivó en la forma latina *lactis*, sino que dio lugar a la palabra *galaxia*. "Leche" es, por tanto, parte de los dos nombres y de las dos palabras clásicas.

De la Calle de Invierno al Camino de la Paja

Para los acadianos, nuestra galaxia fue *Hid tsirra* o "Gran Serpiente"⁹⁴, nombre conectado con la idea de río -*el Río de los Cielos*-, como se la conocía en la antigüedad. El nombre griego de *Kyklos Galaktikos* fue traducido por los romanos, que lo llamaron *Circulus Lacteus*, mientras que el nombre árabe para la *Vía Láctea* fue originalmente *Al Nahr*, "el río", un nombre transferido a la constelación *Eridanus*. Otro nombre romano para la *Vía Láctea*, de la que el término tanto en español como en inglés es una traducción directa, fue *Via Lactea* (o *Via Lactis*, "Camino de Leche").

Para los escandinavos, la *Vía Láctea* es conocida como el *Camino de Madera* o el *Camino de Odín*. En sueco es *Calle del Invierno*⁹⁵. Si nos detenemos en otras culturas, la *Vía Láctea* recibe los nombres de *Camino de los Peregrinos Turcos* (relacionado con el peregrinaje anual de este grupo a La Meca), *Carretera Amarilla China* o *Camino de la Paja*, nombre común en Asia y África. El Premio Nobel Arno Penzias contaba en una entrevista que en China no es conocida por la *Vía Láctea* porque la leche no existe en la dieta de los adultos de ese país: en cambio, llaman a nuestra galaxia *Vía de la Seda*⁹⁶. En español, también la conocemos como *Camino de Santiago*, por la peregrinación a la ciudad del apóstol.

Diferencias científicas

Si bien nuestra *galaxia* recibe el nombre de *Vía Láctea* y ambos términos pueden considerarse sinónimos muchas veces, en sentido estricto existen matices diferenciadores. Se reserva el término *Vía Láctea* para “la ancha zona o faja de luz blanca y difusa que atraviesa oblicuamente casi toda la esfera celeste, y que mirada con el telescopio se ve compuesta de multitud de estrellas”⁹⁷ o, también, la “banda luminosa que rodea la esfera celeste siguiendo próximamente un círculo máximo. Está compuesta por gran número de estrellas de nuestra galaxia vistas desde la posición del sistema solar, próximo al centro de aquella”.⁹⁸

Esta banda luminosa que cruza el cielo nocturno (más brillante en el Hemisferio Sur que en el Norte), “es en realidad -explica John Gribbin- la apariencia que nos presentan los miles de millones de estrellas que constituyen el disco de nuestra Galaxia, vista desde un punto de vista situado dentro del disco [desde el Sistema Solar] y aproximadamente a dos tercios de la distancia desde el centro de la Galaxia al borde del disco”.⁹⁹

Como vemos, este autor escribe *Galaxia* (con G mayúscula) para referirse a nuestra propia galaxia. Los astrofísicos diferencian, especialmente en inglés, entre una galaxia y la *Galaxia*. La primera, como sinónimo de *sistema galáctico*, es “cada uno de los sistemas aislados constituidos por estrellas, polvo interestelar, gas y partículas que giran alrededor de un núcleo central”¹⁰⁰ y que “se encuentran aislados y esparcidos en el Universo”¹⁰¹. Esta vasta colección de sistemas de estrellas “se mantienen juntas por la gravedad y generalmente en forma espiral”¹⁰². La *Galaxia*, sin embargo, es un “inmenso conjunto de astros, nebulosas, etc., del que forman parte nuestro sistema solar y todas las estrellas visibles, incluidas las que integran la *Vía Láctea*”. También se escriben con mayúsculas los derivados; por ejemplo, *Centro Galáctico* se indentificará con el centro de nuestra galaxia, mientras que *centro galáctico* puede referirse al de una galaxia cualquiera.

En el capítulo dedicado al *Big Bang* haremos un breve comentario sobre el uso, ya en el siglo XX, del término *galaxias*, las cuales venían a sustituir terminológicamente a las hasta entonces *nebulosas extragalácticas*. A partir de ese momento, lo *extragaláctico* comienza a tomar sentido y especial interés científico.

El Sistema Solar se halla en movimiento con respecto a la *Vía Láctea*. El punto hacia el cual se dirige el Sol, arrastrando a los planetas, se denomina *Apex* (palabra latina que significa "cima", "cúspide" o "punto culminante") siendo la velocidad relativa del Sol hacia este punto del orden de 20 km/s. Este movimiento propio, que se traduce en un desplazamiento aparente de las estrellas, fue descubierto por el astrónomo William Herschel en 1783.

1.5.3. Los días de la semana

El concepto de *semana* está ligado a las fases de la luna (*luna nueva, luna llena, cuarto creciente y cuarto menguante*), que resultaban de dividir el ciclo completo en cuatro partes iguales. Tenía una duración de 29 ó 30 días, según el mes en cuestión, al dividirlo por cuatro se obtenían períodos de 7,25 ó 7,5 días, que finalmente se redondeó a 7, para así no contradecir lo que entonces parecía una ley de la naturaleza. En efecto, este número mágico (hoy también muy explotado astrológicamente) parecía estar lleno de significado en sí mismo: era el número de los siete metales conocidos (oro, plata, mercurio, cobre, hierro, estaño y plomo) y de los siete planetas que no se movían a la par que las estrellas (Sol, Luna, Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno), de ahí que como veremos se llegara a establecer una relación entre planetas, dioses y metales. Lo mismo sucedía con los días de la semana, a los que se les asignaron dioses.

CUADRO 3.

DÍA DE LA SEMANA	DIOSES	METALES
Lunes	Luna	Plata
Martes	Marte	Hierro
Miércoles	Mercurio	Mercurio
Jueves	Júpiter	Estaño
Viernes	Venus	Cobre

Sábado	Saturno	Plomo
Domingo	Sol	Oro

La semana de siete días actual procede del latín *Septemmanes* ("siete espíritus") asociados a los siete planetas conocidos en la antigüedad. Estos nombres latinos - *Dies Solis*, *Dies Lunae*, *Dies Martis*, *Dies Mercurii*, *Dies Iovis*, *Dies Veneris* y *Dies Saturni*- siguen vigentes, aunque con ligeros cambios. Los hebreos le dieron sentido religioso a la semana (dios descansó al séptimo día, el *sabbath*). Los cristianos convirtieron el *sabbath* judío en el *sábado* y el día del Sol pasó a ser el *domingo*, del latín *Dies Dominica* ("el día del Señor"), puesto que Jesucristo había resucitado a la mañana siguiente de un *sabbath*. En cambio, en idiomas como el inglés y el alemán, el domingo -*Sunday* y *Sontag*, respectivamente- conserva su raíz original de "día del Sol".

1.5.4. Los meses del año

A partir de la reforma de Numa Pompilio (715 a.C) -señala Juan Antonio Belmonte¹⁰³- el calendario romano constaba de 12 meses, que sumaban un total de 355 días, comenzando en las *Calendas*¹⁰⁴ *Martias* (Primero de Marzo). Los cuatro primeros meses, consagrados a los dioses Marte, Venus, Maia, Juno, recibían los nombres propios de *Martius*, *Aprilis* (de "abrir" las flores), *Maius*, *Iunius*, mientras que se establecía una secuencia numérica a partir del quinto mes: *Quintilis*, *Sextilis*, *September*, *October*, *November* y *December*. A estos meses "carentes de deidad patronímica" le seguían de nuevo dos meses *Ianuarius* (dedicado a Jano) y, por último, *Februarius*, "dedicado a las fiestas de la expiación, o *Februa* (palabra de donde procede la voz castellana fiebre)"¹⁰⁵, explica Martos Rubio.

Tres días de cada mes tenían nombre propio: el primero, *Calendas*, el quinto, *Nonas*; y el decimotercero, *Idus*. Como excepción, los meses *Martius*, *Maius*, *Quintilis* y *October*, hacían las *Nonas* el día 7 (en vez del 5) y los *Idus*, el 15 (en lugar del 13). Los demás días del mes se contaban con respecto a aquéllos que tenían nombres, bien con anterioridad (*Pridie*) o con posterioridad (*Postridie*). Así, ilustra Martos Rubio, el día 15 de marzo era el *Idibus Martiis* (el día de los *Idus*); el 14 era el *pridie Idus Martias* (el

día anterior a los Idus de Marzo); el 13 era el *ante diem tertium Idus Martias* (tres días antes de los Idus) y el 16 era el *postridie Idus Martias* (el día siguiente a los Idus).

Problemas de calendario

Para hacer cuadrar el año de 355 días con el ciclo de las estaciones de 365, el "Pontifex Maximus" añadía, a conveniencia, un mes extra de 22 ó 23 días, denominado *Mercedonius*, entre los días sexto y quinto anteriores a las Calendas de Marzo (23 ó 24 de febrero).

El *Calendario Juliano*, en uso entre el 44 a.C. y el 1582 d.C., basado en el calendario solar egipcio, fue impuesto por Julio César en el año 708 a.u.c.¹⁰⁶ (46 a.C.), el más largo de la historia, que contó con 455 días, y al que se denominó, en consecuencia, "Confusionis Annus". La principal novedad de la llamada *Reforma Juliana* fue la inclusión de un día extra cada 4 años, con el fin de aproximar el ciclo calendárico (ahora de 365,25 días por año, en promedio) a la duración real del año trópico (365,2422). Dicho día se incluía allí donde antes se intercalaba el *Mercedonius*, asignándole el nombre de "Bi-sextus dies ante Martia Calendas". De ahí el nombre de *año bisiesto* con que se conoce a los años de 366 días.

A partir del gobierno del emperador César Augusto, el primer día del año pasó a ser de forma oficial el de las Calendas de Enero (*Januarius*). Los meses de julio (*Iulius*) y agosto (*Augustus*) recibieron sus nombres, en la misma época, en honor a Julio César y a Octavio Augusto, respectivamente.

Con el fin de corregir el desfase entre el *Calendario Juliano* (365,25 días) y el año trópico (365, 2422), que se traduce en una diferencia de 1 día entre ambos cada 128 años, el Papa Gregorio XIII impulsó la llamada *Reforma Gregoriana*, impuesta el día 4 de octubre de 1582, al que siguió el 15 de octubre del mismo año, salvando la diferencia acumulada que, hasta ese momento, era de 10 días. La mayor novedad de la *Reforma Gregoriana* consistió en la supresión de aquellos bisiestos que, siendo divisibles por 100, no lo fuesen por 400. Con esta modificación se consigue un *Año Gregoriano* de 365,2425 días, que difiere sólo en 26 segundos del año trópico.

La *Reforma Gregoriana* nunca fue aceptada por la Rusia de los Zares hasta la Revolución Bolchevique de "Octubre" de 1917, que de hecho dio comienzo el día 2 de noviembre del Año Gregoriano de 1917.

Los musulmanes usan un calendario puramente lunar, 11 días más corto que el Gregoriano. Por este motivo, el mes de Ramadán se va desplazando a lo largo de las estaciones, y el siglo musulmán es, además, 3 años y medio más corto que el nuestro.

El único calendario luni-solar (que cuadra las fases de la luna y las estaciones) aún en uso es el hebreo. Se basa en el llamado ciclo de Metón (astrónomo griego del siglo V. a.C.), quien descubrió que 6.940 días son, casi exactamente, 235 meses sinódicos o 19 años trópicos.

Calendarios perpetuos

La complicación de establecer un calendario sencillo y preciso se debe a la imposibilidad de dividir el año trópico (el de las estaciones), de 365,2422 días, en un número entero de meses sinódicos (el de las fases de la luna), de 29,503 días.

"El mayor problema de nuestro sistema calendárico actual -apunta Juan Antonio Belmonte- reside en la variación de los días de la semana frente a los días del mes y, también, en la localización temporal de las llamadas Fiestas Móviles, que dependen de la luna, como por ejemplo las de Semana Santa, que persiguen complicadas reglas mnemotécnicas. Así, por ejemplo, el Domingo de Resurrección se fija como el primer domingo posterior al primer plenilunio, que sigue al equinoccio de la primavera, que no sea domingo a su vez."¹⁰⁷ De ahí los diferentes intentos por adoptar un calendario "perpetuo", que Belmonte resume a continuación:

Se han propuesto diferentes tipos de calendarios perpetuos (que no varían de un año al siguiente). Entre los más significativos se encuentran:

a) el Calendario Mundial de M. Mastrofini (1834), de 4 trimestres idénticos con meses de 31, 30 y 30 días, que totalizan 364 días más la adición de un día extra (el Día Mundial) sin asignación semanal (dos en año bisiesto);

b) un calendario con 13 meses de 28 días (4 semanas por mes), más un día extra o dos al final de año, que totalizan también 365 o 366 días.

El único intento serio de racionalización del calendario llevado a la práctica fue el de la Francia Revolucionaria, con la introducción de un calendario de 12 meses de 30 días, que recibían nombres acordes con la época del año en el Hemisferio Norte (así diciembre-enero

era Nivoso, abril-mayo era *Florial*, etc...), añadiendo 5 ó 6 días adicionales al final del año. La Era Republicana fue abandonada por Napoleón en el año XVI de la República (1804 d.C.) por presiones de la Iglesia y del Campesinado.

NOTAS

- ¹ **TOOMER, G.J.** *Ptolomy's Almagest*. Duckworth Classical, Medieval and Renaissance editions. London, 1984.
- ² **ANTEQUERA CONGREGADO, Luz.** "Altamira. Astronomía, Magia y Religión en el Paleolítico", en la obra colectiva *Arqueoastronomía Hispánica. Prácticas astronómicas en la Prehistoria de la Península Ibérica y los Archipiélagos Balear y Canario*. Coordinador. Juan Antonio Belmonte. Equipo Sirius. Madrid, 1994. Pág. 69.
- ³ *Ibidem*. Págs. 69-70.
- ⁴ **KADNER, Ute.** *¿Quién es quién en el firmamento?* Planetario de Madrid. Madrid, noviembre de 1988, 1ª edición. Págs. 278-279.
- ⁵ *Trans. IAU*. Vol. 1. Pág. 158, 1922.
- ⁶ **MARTOS RUBIO, Alberto.** *Historia de las Constelaciones. Un ensayo sobre su origen*. Tomo I. Equipo Sirius. Madrid, 1992. Pág. 61.
- ⁷ *Ibidem*. Tomo I. Pág. 63.
- ⁸ *Ibidem*. Tomo II. Págs. 227-244.
- ⁹ **BELMONTE, Juan Antonio.** "Historias del Zodíaco", en la obra colectiva *Misterios del Cosmos y otros ensayos*, que recoge las conferencias del curso "La Astronomía en Canarias", organizado en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife en 1996. Organismo Autónomo de Museos y Centros del Cabildo de Tenerife. Tenerife, 1997. Pág. 15.
- ¹⁰ Esta cifra no incluye tres estrellas de *Coma Berenices* (La trenza, según Ptolomeo), incluidas en la constelación de *Leo*, ni dos repeticiones, la estrella número 21 de *Taurus*, ya incluida como la 11 de *Auriga*, y la estrella número 1 de *Piscis Austrinus*, ya incluida como 42 de *Acuario*. (Estos números corresponden a la secuencia en la constelación dada por **TOOMER**, *op. cit.* Págs. 341-399, de quien hemos tomado los datos).
- ¹¹ La *longitud* celeste es la coordenada de un objeto sobre la esfera celeste, medida a lo largo de la eclíptica en grados (de 0° a 360°) al este del equinoccio de primavera.
- ¹² La *latitud* celeste es la coordenada de un objeto sobre la esfera celeste, medido en grados (de 0° a 90°) norte o sur de la eclíptica.
- ¹³ La razón de usar estas coordenadas es porque en las observaciones de entonces se medían normalmente las posiciones de los planetas. En el Renacimiento fueron sustituidas por las actuales *ascensión recta* y *declinación*, introducidas por Tycho Brahe, quien hizo más que nadie por medir la posición de las estrellas. Véase **BERRY, A.** *A Short History of Astronomy*. Murray. London, 1898.
- ¹⁴ *Magnitud* es el parámetro que permite clasificar las estrellas por su brillo, de acuerdo con la intensidad del flujo luminoso que de ellas recibimos. Para estimar su luminosidad, los antiguos dividían los astros en seis clases, desde la primera (para la más brillante) hasta la sexta magnitud. La relación entre los flujos de estrellas de primera y de sexta magnitud resultó igual a 100, lo que corresponde a una diferencia de 5 magnitudes. Por tanto, una estrella de primera magnitud presenta un flujo que es 2,512 (la raíz quinta de 100) veces mayor que el de una estrella de segunda magnitud. Las estrellas de mayor luminosidad tienen menor magnitud, pudiendo alcanzar valores negativos con las estrellas más brillantes, los planetas, la Luna y el Sol (la estrella Polar tiene magnitud 2, Sirio -1,7, Júpiter -3,2, Venus -4,5, la Luna -12 y el Sol -27) y la clasificación se extiende hoy más allá de la magnitud 6, que representa el límite del ojo humano. (La magnitud límite para los actuales telescopios es de 23, y para el telescopio espacial de 27). (**LAMBERTI, Corrado.** *Diccionario enciclopédico español-inglés Astronomía*. Trad. por Rafael Pérez y supervisión de *Tribuna de Astronomía*. Jackson Hispania (Ciencia y Tecnología). Madrid, marzo de 1989, 1ª edición (e.o. 1987)).
- ¹⁵ El término *eclíptica* deriva de *eclipse*, palabra latina procedente del griego *ékleipsis*, que significa "desaparición". La eclíptica es el círculo máximo de la esfera celeste que el Sol recorre en su movimiento anual aparente entre las estrellas y que se inclina 23,5 grados con respecto al ecuador celeste. Fue así llamada en 1515 "porque en la antigua astronomía se daba este nombre a la línea en que se producían los eclipses". **COROMINAS, Joan.** *Breve diccionario etimológico de la Lengua Castellana*. Editorial Gredos. Madrid, 1996. 3ª edición, 7ª reimpresión. (e.o. 1961). Pág. 223.
- ¹⁶ Alguna de estas constelaciones zodiacales se conocen más por su nombre latino que por su traducción al español. Es el caso de *Aries*, *Virgo* y *Libra*.
- ¹⁷ **BELMONTE**, *op. cit.* Págs. 14-15.
- ¹⁸ Según Allen, la primera mención del zodiaco por un autor conocido corresponde a Aristóteles. **ALLEN, Richard Hinckley.** *Star Names. Their Lore and Meaning*. Dover Publications. Inc., New York, 1963. Edición original: *Star Names and their Meanings*, publicada en 1899, por G.E. Stechert. Pág. 3.
- ¹⁹ **MARTOS RUBIO**, *op. cit.* Tomo III. Págs. 337-338.
- ²⁰ "Los astónomos antiguos trataron de establecer doce partes, como los meses, las horas y la anchura de los Signa, porque buscaban el número doce que presagia todas las cosas". Frase del escritor latino Cayo Julio Higino, recogida en **MARTOS RUBIO**, *op. cit.* Tomo IV. Pág. 603.
- ²¹ Véase **BURNHAM, R.** *Burnham's Celestial Handbook*. Dover. New York. Vol. 2., 1978.
- ²² **ANTEQUERA CONGREGADO**, *op. cit.* Págs. 70-72.
- ²³ Más información sobre estos fenómenos en la referencia a las *Perseidas*, dentro de la constelación de *Perseo*, como su nombre indica.
- ²⁴ En inglés, *Crab Nebula*.
- ²⁵ **STEPHENSON, F.R., y CLARK, D.H.** *Applications of Early Astronomical Records*. Hileger. Bristol, 1978.
- ²⁶ Lord Rosse contruyó una serie de telescopios reflectores, como el bautizado *Leviatán de Corkstown*, de 12 pulgadas (183 cm) de diámetro.
- ²⁷ *Posidón*, según la grafía de **RUIZ DE ELVIRA, Antonio.** *Mitología clásica*. Editorial Gredos. Madrid, 1995, 3ª reimpresión.
- ²⁸ **ANTEQUERA CONGREGADO**, *op. cit.* Pág. 72.
- ²⁹ Estos nombres y sus grafías difieren de unos autores a otros. Hemos adoptado, como ya se indicó, la grafía de Ruiz de Elvira, *op. cit.*
- ³⁰ *Pleiades* también viene del verbo *pleio*, que significa "navegar". El *orto heliaco* de estas estrellas señalaba a los marinos la llegada de los vientos propicios para la navegación.
- ³¹ **Don Quijote de la Mancha** de Miguel de Cervantes Saavedra. Nueva edición anotada. Al cuidado de Silvia Iriso y Gonzalo Pontón. Presentación y prólogo de Francisco Rico. Círculo de Lectores (Galaxia Gutenberg). Barcelona, 1998, 1ª edición. Págs. 963-964.

También cuenta Sancho en estas mismas páginas, para explicar cuán altos debían de ir, que la Tierra le pareció que “no era mayor que un grano de mostaza” y los hombres que andaban sobre ella “poco mayores que avellanas”.

³² *Don Quijote ... op. cit.* Págs. 964-965.

³³ *Hyades* viene del verbo *hyein*, que significa “llover”. El *orto vespertino* de estas estrellas indicaba a los agricultores la llegada de la estación de las lluvias.

³⁴ También aquí encontramos, de forma más acusada que en las *Pléyades*, diferencias de escritura según los distintos autores. De nuevo seguimos a Ruiz de Elvira, *op. cit.*

³⁵ En inglés, *Eskimo Nebula*.

³⁶ En inglés se conoce por su nombre latino, *Praesepe*, aunque también es muy popular *Beehive Cluster*.

³⁷ En inglés, *Virgo Cluster*.

³⁸ En inglés, *Sombrero Galaxy*.

³⁹ También diosa de la justicia, cuyos atributos eran un par de balanzas. En latín se escribe *Themis*, que en mayúsculas son las siglas que dan nombre a uno de los telescopios solares instalados en el Observatorio del Teide: THEMIS (*Télescope Héliographique pour l'Étude du Magnétisme et des Instabilités Solaires*).

⁴⁰ MARTOS RUBIO, *op. cit.* Tomo IV. Págs. 601-615.

⁴¹ Por tanto, un signo zoomorfo.

⁴² MARTOS RUBIO, *op. cit.* Pág. 607.

⁴³ *Ibidem*. Pág. 612.

⁴⁴ En inglés, *Butterfly Cluster*.

⁴⁵ Los *cúmulos globulares* son una agrupación de estrellas con forma esférica que se encuentran en el halo de las galaxias. Sobre este tipo de objetos véase el suplemento especial de *IAC Noticias* sobre la *X Canary Islands Winter School of Astrophysics* titulada “Globular Clusters” (Cúmulos Globulares) y celebrada en la Facultad de Física y Matemáticas de la Universidad de La Laguna (Tenerife), del 16 al 27 de noviembre de 1998.

⁴⁶ En inglés, *Swan Nebula*, *Omega Nebula* o *Horseshoe Nebula*.

⁴⁷ En inglés, *Lagoon Nebula*.

⁴⁸ En inglés, *Trifid Nebula*.

⁴⁹ Una de ellas, *Urania*, pasó a ser la *Musa* de la Astronomía.

⁵⁰ En inglés, *Saturn Nebula*.

⁵¹ En inglés, *Helix Nebula*.

⁵² Obsérvese que el nombre de la constelación astronómica (*Pisces*) difiere en castellano del signo astrológico (*Piscis*) por una confusión sobre el caso latino.

⁵³ ROOM, Adrian. *Dictionary of astronomical names*. Routledge. London, 1988. Pág. 5. Texto en inglés: “...in a way are almost a ‘visual aid’, or at least a memory refresher, to the events contained in those stories.”

⁵⁴ *Ibidem*. Pág. 5. Texto en inglés: “It is particularly pleasant when the names of two adjacent constellations combine to give an even more detailed and precise mythological picture. (Sagitta, the Arrow, for example, lies between Aquila, the Eagle, and Cygnus, the Swan, while also adjoining it is Hercules himself, the great classical hero who shot it, although some identify it with Cupid’s bow).”

⁵⁵ LEVY, David H. *Observar el cielo*. (Skywatching). Trad. por David Bargalló. Editorial Planeta. Barcelona, 1995. Pág. 132.

⁵⁶ Entrevista personal con Félix Mirabel titulada “Las galaxias superluminosas, las fuentes que emiten más radiación infrarroja del Universo”, en el suplemento especial sobre la *III Canary Islands Winter School* titulada “Star Formation in Stellar Systems” (Formación de estrellas en sistemas estelares) y celebrada en el Puerto de la Cruz (Tenerife), del 2 al 13 de diciembre de 1991. Págs. 8-10.

⁵⁷ *Helio*, según la grafía de Ruiz de Elvira.

⁵⁸ En inglés, *Owl Cluster*.

⁵⁹ En inglés, *Bubble Nebula*.

⁶⁰ Aunque la variabilidad de las *Cefeidas* ya fue observada en 1784 por el astrónomo inglés John Goodricke, fue la astrónoma estadounidense Henrietta Leavitt (1868-1921) quien descubrió, en 1917, que el período de variación del brillo luminoso (magnitud aparente) de estas estrellas era directamente proporcional a su brillo intrínseco (magnitud absoluta). Las *Cefeidas* también varían más rápidamente cuanto menor es su luminosidad, de modo que sabiendo el ritmo de las variaciones de brillo de este tipo de estrellas se puede conocer el brillo intrínseco de cada una de ellas y, al compararlo con el brillo aparente observado desde la Tierra, calcular la distancia a la que se encuentra.

⁶¹ En inglés, *Veil Nebula*.

⁶² En inglés, *Cygnus Loop*.

⁶³ En inglés, *North America Nebula*.

⁶⁴ En inglés, *Pelican Nebula*.

⁶⁵ LEVY, *op. cit.* Pág. 166.

⁶⁶ Las *galaxias Markarian* fueron descubiertas por el astrónomo soviético B.E. Markarian a mediados de la década de los 70 y son objetos emparentados con las *galaxias Seyfert*. Son galaxias caracterizadas por una fuerte emisión ultravioleta.

⁶⁷ Las *Quadrántidas* llevan el nombre de una vieja constelación que ya no existe: *Quadrans Muralis*, introducida por el astrónomo francés Joseph Lalande en 1795 en homenaje a uno de los instrumentos que utilizaba en sus observaciones, un cuadrante (para medir arcos de 90 grados) fijo a una pared.

⁶⁸ LEVY, *op. cit.* Pág. 186.

⁶⁹ En inglés, *Ring Nebula*.

⁷⁰ En inglés, *California Nebula*.

⁷¹ Fueron así llamadas tras haberse observado en esta constelación en 1866. ABETTI, Giorgio. *Historia de la Astronomía*. Trad. por Alejandro Rossi. Fondo de Cultura Económica (Breviarios 118). México-Buenos Aires, 1966, 2ª edición (e.o. 1949). Pág. 278. También se las conoce como *Lágrimas de San Lorenzo*.

⁷² Los meteoros y los meteoroides no deben confundirse con los meteoritos. Éstos son restos de un objeto celeste, quizá un asteroide, que consiguen cruzar la atmósfera terrestre sin quemarse completamente y llegar al suelo. Reciben el nombre del lugar de la Tierra en el que aterrizan. Sin embargo, la terminología sobre estos fenómenos no está del todo definida y existen discrepancias entre los diversos autores.

⁷³ En inglés, *Eagle Nebula*.

⁷⁴ **ROOM**, *op. cit.* Pág. 6. Texto en inglés: “Elsewhere, in other lands and by other tongues, the starry septet has been thought of as seven individuals of some kind, who have been designated by such collective names as the Seven Shiners, the Seven Sages, the Seven Bulls, the Seven Sleepers of Ephesus, the Seven Champions of Christendom, the Seven Little Indians, and indeed by almost any group name that features the magic and mystic number ‘seven’”.

⁷⁵ En inglés, *Owl Nebula*.

⁷⁶ Recogido en **LEVY**, *op. cit.* Pág. 222.

⁷⁷ Los Argonautas son los héroes griegos que acompañaron a Jasón en su expedición en búsqueda del Vello de Oro. Toman su nombre de la nave *Argo*, a su vez nombre del constructor.

⁷⁸ Una enana blanca es lo que queda de una estrella muerta formada por materia degenerada, con una densidad de 125 kg/cm³.

⁷⁹ Dato facilitado por Ignacio García de la Rosa.

⁸⁰ En inglés, *Eta Carinae Nebula*.

⁸¹ En inglés, *Keyhole Nebula*.

⁸² Las galaxias Seyfert, descubiertas en 1943, son galaxias de núcleo extremadamente activo en el óptico, en el infrarrojo, en las ondas de radio y en los rayos X. Ofrecen además una intensa variabilidad a una escala temporal del orden de meses. Muestran la presencia de nubes de gas que giran alrededor del núcleo, con una velocidad de unos 10.000 km/s (galaxias Seyfert de Tipo I) o de sólo 1000 km/s (galaxias Seyfert de Tipo II). Esto las hace muy semejantes a los cuásares, especialmente las galaxias Seyfert de Tipo I, aunque presentan una luminosidad total unas 100 veces inferior a la de los cuásares. La mayor parte de las galaxias Seyfert son galaxias espirales. Como en las demás galaxias activas, se cree que en el centro de las galaxias Seyfert hay un agujero negro masivo.

⁸³ En inglés, *Antennae Galaxies*.

⁸⁴ La nebulosa queda dividida en dos partes por una calle de polvo, de ahí su doble identificación en los catálogos.

⁸⁵ En inglés, *Horsehead Nebula*.

⁸⁶ En inglés, *Southern Pleiades*.

⁸⁷ En inglés, *Eight-Burst Nebula*.

⁸⁸ **RUIZ DE ELVIRA**, *op. cit.* Pág. 35.

⁸⁹ *Ibidem*.

⁹⁰ **GRIBBIN, John**. *Diccionario del Cosmos* (Companion to the Cosmos). Trad. por Javier García Sanz. Editorial Crítica (Grijalbo Mondadori), Barcelona, 1997 (e.o. 1996). Pág. 334.

⁹¹ **GRIBBIN**, *op. cit.* Pág. 334.

⁹² **ROOM**, *op. cit.* Pág. 6.

⁹³ Como vimos, se trata de la leche materna de la diosa Hera derramada por los cielos, según Room “un elegante pero *naïf* relato, por supuesto, para explicar el origen del objeto celeste y, sin duda, creado especialmente para este particular propósito”. **ROOM**, *op. cit.* Págs. 113-114. Texto en inglés: “A charming but naïve account, of course, to explain the origin of the celestial object, and doubtless one created specially for this particular purpose”.

⁹⁴ **ALLEN**, *op. cit.* Pág. 475.

⁹⁵ **GAARDER, Jostein**. *El mundo de Sofía. Novela sobre la Historia de la Filosofía*. (Sofies verden. Roman om filosofiens historie). Trad. por Kirsti Baggethun y Asunción Lorenzo. Ediciones Siruela. Madrid, junio de 1995, 15ª edición. Pág. 62.

⁹⁶ *El País*, 19/11/94.

⁹⁷ *Diccionario de la Lengua Española*. Versión en CD-ROM de la 21ª edición del Diccionario usual de la Real Academia Española.

⁹⁸ *Vocabulario Científico y Técnico* de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Editorial Espasa. Madrid, 1996, 3ª edición.

⁹⁹ **GRIBBIN**, *op. cit.* Pág. 146.

¹⁰⁰ *Vocabulario Científico y Técnico*, *op. cit.*

¹⁰¹ *Diccionario de la Lengua Española*, *op. cit.*

¹⁰² **ROOM**, *op. cit.* Pág. 36.

¹⁰³ Entrevista personal con Juan Antonio Belmonte y datos extraídos de la ficha de divulgación “Historia del Calendario”, editada por el Gabinete de Dirección del IAC, 1993.

¹⁰⁴ Recuérdese que la palabra *calendario* procede del latín *Calendas*, nombre con que los romanos designaban el primer día del mes.

¹⁰⁵ **MARTOS RUBIO**, *op. cit.* Tomo IV. Pág. 615.

¹⁰⁶ Los romanos usaron como base de su sistema cronológico la fecha legendaria de la fundación de la ciudad de Roma (ab urbe condita: a.u.c., que significa “de la fundación de la ciudad”).

¹⁰⁷ Entrevista personal con Juan Antonio Belmonte.

2. PERÍODO MEDIEVAL (del año 500 al 1500)

Como hemos visto en el Período Antiguo, fueron los griegos quienes entre el año 800 y 400 a.C. establecieron los nombres de los principales objetos estelares, aunque sin duda recibieron influencias sumerias, babilónicas y egipcias.

La segunda fuente de términos astronómicos fue árabe, la procedente de los beduinos nómadas del desierto, que a su vez también tuvieron influencias de la astronomía sumeria y babilónica, incluso de la india. Pero si bien se conservan una quincena de nombres árabes de este período (entre ellos, *Aldebarán*¹, usado en Arabia antes de entrar en contacto con la ciencia helenística), fue en el período medieval, que abordamos en este capítulo, cuando se acuñaron más de 200 nombres árabes, muchos de ellos traducciones literales de los términos griegos de Ptolomeo (entre ellos *Fomalhaut*²), que hoy siguen estando presentes en las cartas astronómicas.

También se dan casos de términos aparentemente de origen árabe que nunca fueron utilizados en textos astronómicos árabes, como es el caso de *Lesath*³, y términos que persisten, aunque son casos contados, procedentes de otras culturas como la palabra hebrea *Mesartim*⁴.

Al comienzo del siglo XVI, los nombres de las estrellas se convierten en objeto de estudio de filólogos y lingüistas occidentales. A falta de textos originales, la mayoría resultan meras especulaciones teóricas. Un autor de importancia que hizo uso de textos árabes y del Oriente Medio fue Thomas Hyde, con su comentario de 1665 a la edición del catálogo de estrellas del astrónomo de Samarcanda, Ulugh Begh (s. XV).

Otro fue Christian Ludwig Ideler (1766-1846), cuyo libro en alemán sobre el origen y el significado del nombre de las estrellas de 1809 incluye entre sus fuentes el *Cosmography* de al-Quazwini. Este compilador tardío árabe-islámico, que murió en 1283, había basado sus nombres en el *Libro de las Estrellas Fijas* de As-Sufi (903-986), astrónomo persa que se había ganado la simpatía y el apoyo del califa Adod ad-

Dawla de los Abásidas. Su descripción de las estrellas se basó en la obra de Ptolomeo, aunque él mismo observó las estrellas con mucha precisión.

2.1. La astronomía árabe

La vida y los oscuros cielos del desierto familiarizaron a los árabes con las estrellas. El shaykh Ilderim dijo a Ben Hur en el Huerto de las Palmeras: "Tú no puedes saber cuánto dependemos los árabes de las estrellas. Les prestamos sus nombres en agradecimiento y se los dimos con amor."⁵

La terminología árabe arcaica

Los primeros pueblos árabes desconocían la astronomía como ciencia, pero tenían un vasto conocimiento empírico del cielo, pues usaban las estrellas para orientarse en el desierto y para distinguir las estaciones. Como apunta Allen, a diferencia de los griegos, estos árabes antiguos no solían agrupar las estrellas para formar un objeto sino que les daban nombres individualmente, siempre relacionados con el pastoreo y la vida cotidiana:

Así encontramos entre ellos las palabras nómadas para los pastores con sus doncellas; caballos, jinetes y sus trampas; ganado, camellos, rebaños de ovejas y cabras; animales predadores y de otro tipo; aves y reptiles. Hay que recordar, sin embargo, que la nomenclatura arcaica de los árabes -llamada arcaica porque no sabemos nada de sus comienzos- es en cierto modo única. Ellos no agrupaban juntas varias estrellas para formar una figura viviente, como hicieron sus vecinos occidentales, quienes posteriormente fueron sus maestros; las estrellas individuales representaban criaturas individuales -una regla de la que raramente se desviaban-, aunque el caso fue diferente en los correspondientes estelares de objetos inanimados. Incluso aquí sólo usaron unas pocas estrellas para sus términos geográficos, anatómicos y botánicos; para sus tiendas de campaña, nidos, artículos de menaje y ornamentos; pesebres y establos; barcos, féretros, cruces y tronos; pozos, charcas y ríos; frutas, granos y frutos secos; todos ellos imaginados en el cielo.⁶

Los árabes antiguos también asignaban nombres de cualidades humanas a algunos asterismos, como *Al Saidak*, *Al Simak* y *Al Suha*, respectivamente para *El Confiado*, *El Grandioso* y *El Descuidado*. Sin embargo, ninguno de estos asterismos fue utilizado posteriormente por los llamados *árabes científicos*.

2.1.2. La expansión del Islam

Los diferentes nombres árabigos aplicados a una estrella individual o grupo, y los nombres duplicados para algunas estrellas que están ampliamente separadas en el cielo, proceden aparentemente de varias tribus, cada uno de los cuales mantuvo una nomenclatura propia.

La dispersión de los pueblos nómadas hizo que no existiera una unidad terminológica en toda Arabia hasta la expansión del Islam, entre los siglos VII y VIII d.C. Con el islamismo se estandariza la escritura árabe al tener que plasmar el Corán por escrito. “Como resultado, poetas y otros autores empezaron a usar y a inflar los nombres de estrellas existentes y crearon nuevos nombres para su propio uso imaginativo”, explican Kunitzsch y Smart.⁷

Bagdad se convirtió en el centro intelectual, como anteriormente Alejandría, de la nueva cultura islámica. Poco a poco, la cultura *árabe-indígena* (empleando la terminología de Kunitzsch y Smart⁸), y con ella los términos árabes antiguos, fue sustituida por la cultura *árabe-científica*, basada en la cultura griega y helenística. Esta cultura islámica, en lo que al desarrollo de las ciencias se refiere, fue la adoptada en Occidente.

La astronomía y las ciencias en general casi estaban muertas en Europa en el siglo X. Fueron los árabes y el conocimiento que trajeron del Oriente Medio quienes despertaron en los europeos un nuevo interés por la ciencia. La Península Ibérica, como veremos, llegó a ser el centro de transmisión más influyente.

Durante este período, entre finales del siglo X hasta el siglo XIII, los árabes, que a menudo proporcionan tradiciones griegas clásicas, fueron los maestros de Occidente. Las traducciones latinas desde las obras científicas árabes conservan algunos términos y nombres en el árabe original.

El siglo XI no añadió nuevo material al compendio latino de los nombres astronómicos y astrológicos árabes. Pero en el siglo XII, de nuevo en España, aparecieron nuevos libros y tratados en estos campos. Nuevas traducciones por diferentes autores. Esta variedad, más que la falta de consistencia en los manuscritos

latinos, explica las muchas variantes en nuestras pronunciaci3nes de nombres de estrellas.

De especial importancia en el siglo XII fueron los textos sobre piedra o *astrolabios*. A ellos debe el mundo occidental los nombres, por ejemplo, de *Aldebarán*, *Algol* y *Rigel*; la pronunciaci3n de *Wega* por *Vega* y algunos t3rminos t3cnicos, como *cenit*⁹, *acimut*¹⁰ y *nadir*¹¹.

2.1.3. El Almagesto

Muchos de los nombres de estrellas supuestamente originados en Arabia son, como señaala Allen¹², meras traducciones locales de los descriptivos t3rminos griegos adoptados, durante el dominio de los Abásidas (en el aña 749), de *El Gran Sistema de la Astronomía* de Claudio Ptolomeo, perteneciente al siglo II.

Durante este califato, la *Sintaxis* de Ptolomeo fue traducida como *Al Kitab al Mijisti*, el Libro Más Grande. Esta obra, en sus diferentes ediciones, introdujo una nueva nomenclatura entre las clases más cultas, si bien finalmente se convirti3, a trav3s de una versi3n latina de Cremonaeus (Gerardo de Cremona) del siglo XII, en la base del primer *Almagesto* completo impreso.

Giorgio Abetti, en su *Historia de la Astronomía*¹³, cuenta que *El Almagesto* fue traducido al latín por Boecio, pero que esta traducci3n no lleg3 hasta nosotros. Fue el califa Al-Mamun quien la hizo traducir al árabe en Bagdad, alrededor del aña 827 d.C. Tras el sitio de Constantinopla, este califa había impuesto al emperador bizantino León "El Armenio", entre sus condiciones de paz, la entrega de uno de los manuscritos de la obra de Ptolomeo, "con el que enriquecer -explica Martos Rubio- la biblioteca de la *Bait al-Hikma* ('Casa de la Sabiduría') de Bagdad"¹⁴. Y prosigue este autor:

Allí, el libro fue traducido al árabe por un equipo de 70 lingüistas, astr3nomos, matemáticos, etc. eminentes, encabezados por el hebreo Thabit Ben Qurra (Abencorra, 826-901), quienes lo titularon *al-Ktab al-Mayisti*, nombre híbrido derivado del vocablo árabe *al-Ktab*, "el Libro", y de la combinaci3n de las palabras *al* (artículo determinado árabe), "el", y el adjetivo griego *Mégistos* (el superlativo de *Mégas*), "el mayor", es decir, 'El Libro Más Grande'. Gracias a esta

traducción árabe (latinizada como *Almagestum*) ha sobrevivido a las quemadas medievales de libros y perdurado hasta nuestros días.¹⁵

Los griegos, a su vez, le habían dado el título *I megisti* tomándolo del árabe para distinguirlo de otras obras menores astrológicas.

En 1230, el emperador Federico II dio orden de traducir *el Almagesto* del árabe al latín en Nápoles; en 1496 apareció un compendio impreso en Venecia; la primera versión latina completa es la de Liechtenstein (Venecia 1515). Más tarde fue publicado el texto griego, con la traducción francesa en París en 1813.

El texto griego de *Sintaxis* fue prácticamente desconocido en Europa hasta que se tradujo al latín a partir de un manuscrito del Vaticano por el monje Trapezuntius, de la que hubo varias ediciones durante el siglo XVI. De todos estos trabajos emparentados proceden las palabras bárbaras greco-latino-árabes que, con diferente ortografía, aparecen como los nombres de las estrellas en las listas actuales.

2.2. La astronomía en la España Musulmana

En el siglo X, la ciencia árabe comenzó a propagarse por España. "Hacia el año 1000 -explica Abetti- Gerberto, que llegó a Papa con el nombre de Silvestre II, adquirió fama en las ciencias matemáticas y astronómicas construyendo astrolabios y otros instrumentos"¹⁶.

Según Julio Samsó¹⁷, catedrático de Filología Árabe de la Universidad de Barcelona, la ciencia hispanoárabe alcanzó su máximo esplendor en el siglo XI, tras el que sobrevino un período de decadencia que duraría hasta el siglo XIII. En este período "la filosofía dominará notablemente sobre la ciencia, dando lugar a resultados ambiguos"¹⁸. Sobre la astronomía, en concreto, "el intento de crear una astronomía compatible con la Física de Aristóteles traerá consigo un notable retroceso en los estudios astronómicos hispánicos que habían alcanzado su momento de máxima brillantez en el siglo XI con Azarquiel"¹⁹. Éste astrónomo hispanoárabe (1029-1100) inventó la *azafea* que lleva su nombre (*azafea de Azarquiel*), instrumento que

reproduce en un astrolabio una proyección de la esfera celeste con el punto Aries como centro.

Ya en el siglo XIII, tres factores presiden, según Samsó, el desarrollo de la astronomía hispanoárabe. En primer lugar, el abandono de la “vena filosófica” característica del siglo anterior. En segundo lugar, el interés por el *miqat*, “aquella parte de la astronomía que se preocupa de la resolución de los problemas del culto islámico como son la predicción de la aparición de la luna nueva que marca el principio de un mes lunar musulmán, la determinación de las horas de la oración canónica y del *acimut* de la *alquibla* que permite a los fieles orientarse adecuadamente en el momento de realizar la oración”²⁰. Por último, el instrumental astronómico desarrollado por la astronomía andalusí.

2.2.1. Alfonso X el Sabio y los Traductores de Toledo

Durante el reinado de Alfonso X el Sabio (1252-1284) se hicieron numerosas traducciones del árabe al castellano y luego al latín. Por esta época se formaron varios centros de estudio, entre ellos el de Toledo, donde el rey de Castilla y León reunió a valiosos hombres de ciencia que tradujeron textos científicos y calcularon las famosas *Tablas Alfonsíes*, un manual astronómico con datos de gran precisión que encontró una amplia difusión en Europa.

Alfonso X el Sabio logró una síntesis cultural sin precedentes, especialmente en el terreno lingüístico, aunque eligió el castellano en su obra jurídica, histórica y científica. Su esfuerzo por popularizar esta lengua en el campo de la ciencia (astronomía, principalmente), si bien le restó difusión (el castellano no era una lengua científica internacional en el siglo XIII y era preciso acuñar un léxico técnico nuevo), sirvió para que la lengua vulgar no se perdiera. Julio Samsó explica:

Si el rey Alfonso hubiera ordenado redactar su obra astronómica en latín, ésta hubiera resultado mucho mejor conocida tanto en la baja Edad Media europea como en la actualidad. Pero con una modernidad sorprendente, que tuvo imitadores casi inmediatos tanto en la Península como fuera de ella, quiso disponer de una enciclopedia astronómico-astrológica redactada en lengua vulgar, aunque no por ello dejó de promocionar la elaboración de traducciones de textos árabes al latín. Si es cierta la hipótesis que comúnmente se maneja según la cual las traducciones árabe-latinas de los siglos XII y XIII se hacían a cuatro manos (un judío traducía oralmente el original árabe al romance, y un

clérigo retraducía esta versión oral al latín), la originalidad del rey Alfonso consistió en cortar la cadena y poner por escrito la versión castellana, que hasta entonces sólo había sido intermedia²¹.

El porqué de este predominio del castellano en traducciones de textos científicos, al margen de un criterio general del rey Alfonso, podría encontrarse en que los colaboradores fundamentales de este rey fueron judíos, “más interesados en cultivar el romance que el latín, lengua de la cristiandad europea”²². Y añade Samsó: “Es obvio que a los cristianos les faltaba preparación científica debido, probablemente, a que no conocían el árabe y es posible que el monarca desconfiara de las traducciones latinas de sus colaboradores no judíos”.²³

De la obra astronómica-astrológica de Alfonso X el Sabio destacan los *Libros del Saber de Astronomía* y las *Tablas Alfonsíes*, de los que hablaremos a continuación, y las traducciones al castellano de la *Astronomía* de Ibn al-Haytam, los *Cánones* de al-Battani, el *Quadripartitum*, de Ptolomeo con el comentario de Ali b. Ridwan, el *Libro conplido en los iudizios de las estrellas* de Aly Aben Ragel, el *Libro de las Cruzes* y el *Libro del Cuadrante sennero*. También son importantes los dos *Libros del astrolabio llano* alfonsíes, que recogen material del astrónomo Maslama, con el que se inicia la etapa de madurez en la astronomía hispanoárabe, y los *Libros de las láminas de los VII planetas*, que contienen los dos primeros tratados conocidos sobre el *ecuadorio*, instrumento astronómico para la determinación de la longitud de un planeta partiendo de los datos de una tabla astronómica.

Los Libros del Saber y las Tablas Alfonsíes

“Gracias al interés de Alfonso X por la astronomía -señala Abetti-, se publicaron los *Libros del Saber*, voluminosa enciclopedia astronómica en la que se dibujó por primera vez la órbita de Mercurio en forma de elipse con la Tierra en el centro”.²⁴ En realidad, los *Libros del Saber de Astronomía* se titularon *del Saber de Astrología*, “lo cual -advierte Samsó- no tiene la menor importancia, ya que astronomía y astrología son términos habitualmente intercambiables a lo largo de la Edad Media”²⁵

Los *Libros del Saber* es una colección de tratados sobre instrumental astronómico, en parte obras originales y en parte traducciones. “El interés de estos textos- señala

Samsó- es a veces esencial: cuando el tratado es original, permite apreciar la madurez a la que había llegado la astronomía europea en el siglo XIII. En otros casos son traducciones, pero es muy frecuente que los originales árabes se hayan perdido, y en este caso, la versión alfonsí constituye una fuente primaria que ha salvado del olvido la obra de un astrónomo hispanoárabe u oriental”.

Las *Tablas alfonsíes* son unas tablas astronómicas numéricas que se difundieron por Europa a principios del siglo XIV. “Estas Tablas -concluye Samsó- suponen el comienzo de la madurez de la astronomía europea ya que, por vez primera, un monarca no musulmán subvenciona un programa de observación que cristalizará en la elaboración de unas tablas astronómicas... Esta labor ejercerá, a través de las *Tablas alfonsíes*, una enorme influencia en la Europa de los siglos XIV y XV y sólo será superada por la Revolución Científica de los siglos XVI y XVII”.²⁶

2.2.2. Reflexión sobre la ciencia española en la Edad Media

El escritor Juan Goytisolo escribe que la cultura árabe y la española son dos culturas “cuya fuerza genésica alcanza en un determinado momento histórico una expansión prodigiosa, que siembra la semilla del saber clásico en toda Europa y, tras dar frutos admirables en el campo del pensamiento y las letras, se detienen un día, letárgicas y abatidas”. Y añade:

El papel desempeñado por el Islam en la comunicación del legado griego y literaturas orientales a Occidente está en la mente de todos y no me demoraré en él. La España medieval se convirtió a su vez en el vínculo transmisor de aquéllos gracias a la escuela de traductores de Toledo sin que, como señalaron con razón Américo Castro y Vernet, sacase un provecho real y durable de la situación excepcional de encrucijada y crisol de todas las culturas entonces conocidas. La crisis interna de la sociedad árabe en los siglos XIII y XIV y de la española en el XVI y XVII las dejará, en efecto, al margen de un renacimiento literario, científico, artístico, filosófico y técnico que, no obstante, habrán contribuido decisivamente a crear.²⁷

Hasta qué punto España desempeñó un papel científico importante en este período al que se refiere Goytisolo, lo dejamos en manos de historiadores de la ciencia. Aquí solo recordaremos, con Antonio Fernández Rañada y a modo de resumen, algunas de las contribuciones que se hicieron, especialmente en el campo de la astronomía:

Aunque se tiene poca conciencia de ello, España estaba bien preparada en el siglo XVI para representar un buen papel -incluso el país dirigente- en la Revolución Científica que se

avecinaba. La Edad Media había tenido aquí un vigor intelectual muy superior a lo que se suele suponer desde la imagen tópica del guerrero matamoros. Como botón de muestra, conviene saber que Copérnico basó los cálculos de su sistema heliocéntrico, que iba a revolucionar el pensamiento, en las Taulas Alfonsíes o Tablas Alfonsíes, obra realizada en Toledo bajo el impulso de Alfonso X el Sabio, quien reunió allí a los mejores astrónomos del mundo -mezclando judíos, moros y cristianos- para recopilar todo lo que se sabía entonces sobre los astros. Las tablas tomaban como referencias de longitud y de tiempo el meridiano de Toledo y el primer día del año de 1252, en que inició su reinado ese rey. Es por ello que un cráter de la Luna lleva su nombre. Por cierto, una frase de Alfonso X es muy citada hoy en ambientes científicos, por ejemplo en libros muy recientes de astrofísica. Se trata de su comentario ante la artificialidad del sistema geocéntrico, que parecía sugerir la necesidad de cambiarlo: "Si Dios me hubiera consultado al crear el mundo, le habría aconsejado hacerlo de otra manera". Abdus Salam, Premio Nobel de Física en 1994, se refirió al Toledo del siglo XIII en su discurso de recepción del premio, como un modelo a seguir en la sociedad actual para extender la ciencia desde el mundo avanzado.²⁸

2.3. Transcripciones erróneas de términos astronómicos árabes

Como sucedió también con términos griegos y latinos, algunos términos árabes actuales son el resultado de malentendidos o de errores en la traducción y en las sucesivas transcripciones. Sin embargo, son palabras que ahora están firmemente arraigadas como para eliminarlas o corregirlas.

Un ejemplo de que la forma de escribir los nombres de las estrellas, y su traducción en idiomas extranjeros, especialmente en árabe, varían de una fuente bibliográfica a otra es la estrella *Betelgeuse*, de la constelación de *Orión*.²⁹

2.3.1. El caso de *Betelgeuse*

Esta estrella es *a Orionis*, de la constelación de *Orión*. Con este nombre hubo un error de traducción al pasar del árabe al latín. Debería ser *Yedelyeuse*, en lugar de *Betelgeuse*: la mano. Hoy existen varias ortografías diferentes de este término, como explica Paul Kunitzsch³⁰. Así, en alemán por ejemplo, todavía se usa *Beteigeuze*, como

resultado de un error de impresión (cambio de la "i" por la "l") en una edición de la obra *Uranometría*, de Johannes Bayer.

En la nomenclatura árabe antigua, esta estrella fue *yad al-jawza*, que significa "la mano de Orión", mientras que en la traducción árabe que se hizo del *Almagesto* fue *mankib al-jawza*, que significa "el hombro de Orión". De ahí que en muchos tratados latinos se recogieran términos como *Mancamalganze* y *Malgeuze* para referirse a esta estrella.

Los astrónomos europeos, sin embargo, adoptaron el nombre que apareció en París en una tabla estelar de John of London. Aquí era la estrella número 13, casi correctamente llamada *Bedalgeuze*. El traductor había cometido un error poniendo una "b" al principio en lugar de una "y", leyendo mal la palabra árabe *yad*, "mano", por *bad*, que no tenía ningún significado. Había pasado por alto un punto bajo la letra árabe inicial. Dos puntos significan "y" y uno significa "b", aclara Kunitzsch³¹.

En 1600, Joseph Scaliger cambió la pronunciación latina de *Bed* por *Betelgeuze* y consideró *Bet-* como la transliteración de un asumido *bat* árabe, que significa "axila". Sin embargo, la palabra no existe en esta forma: su pronunciación correcta es *ibt* (plural *abat*).

Tenemos pues dos explicaciones erróneas, introductoras ambas de la pronunciación moderna con "t" en lugar de "d".

Bayer asignó esta forma para **a Orionis** (aunque es *Rigel* y no *Betelgeuse* la estrella más brillante de esta constelación) en su *Uranometría* y ahora es la forma más común.

Según Kunitzsch, ha habido muchas otras explicaciones del nombre, todas ellas equivocadas excepto la de Thomas Hyde, quien se refirió a las palabras árabes *yad al-jawza* en la página 46 del comentario a su edición del catálogo de estrellas del astrónomo persa Ulugh Beg (1394-1449), pero todos los autores lo han ignorado hasta fecha reciente.

NOTAS

¹ Algunas de las 15 estrellas con nombres árabes antiguos son muy conocidas: *Aldebarán (a Tauri)*, *Adhara (e Canis Majoris)*, *Almach (g Andromedae)*, *Alphard (a Hydrae)* y *Benetnasch (h Ursae Majoris)*.

² Ejemplos del tipo de *Fomalhaut (a Piscis Austrini)* son: *Achernar (a Eridani)*, *Algenib (a Persei)*, *Algol (b Persei)*, *Marfik (a Herculis)* y *g Ophiuchi*). Fuente: **KUNITZSCH, Paul**. "How We Got Our 'Arabic' Star Names", en *Sky and Telescope*, enero de 1983. Págs. 20-21.

³ Ejemplos del tipo de *Lesath (g Scorpii)* son: *Adaher (a Orionis)*, *Al Tais (d Draconis)*, *Azha (h Eridani)*, *Alkalurops (m Bootis)*, *Betelgeuse (a Orionis)*, *Sheliak (b Lyrae)* y *Thuban (a Draconis)*. Fuente: **KUNITZSCH, art. cit.** Págs. 20-21.

⁴ Además de *Mesartim (g Arietis)*, ejemplos de otras culturas son *Alshain* (palabra persa para *b Aquilae*) y *Yildun* (palabra turca para *d Ursae Minoris*). Fuente: **KUNITZSCH, art. cit.** Págs. 20-21.

⁵ **ALLEN, Richard Hinckley**. *Star Names. Their Lore and Meaning*. Dover Publications. Inc., New York, 1963. Edición original: *Star Names and their Meanings*, publicada en 1899, por G.E. Stechert. Pág. VI de la Introducción. Texto en inglés: "Thou canst not know how much we Arabs depend upon the stars. We borrow their names in gratitude, and give them in love".

⁶ *Ibidem*. Pág. VII de la Introducción. Texto en inglés: "So that we find among them the nomad's words for shepherds and herdsmen with their maidens; horses, horsemen, and their trappings; cattle, camels, sheep, and goats; predatory and other animals; birds and reptiles. It should be remembered, however, that the archaic nomenclature of the Arabs -archaic properly so called, for we know nothing of its beginnings- in one respect is unique. They did not group together several stars to form a living figure, as did their Western neighbors, who subsequently became their teachers; single stars represented single creatures,- a rule that seems rarely to have been deviated from, -although the case was different in their stellar counterparts of inanimate objects. Even here they used but few stars for their geographical, anatomical, and botanical terms; their tents, nests, household articles, and ornaments; mangers and stalls; boats, biers, crosses, and thrones; wells, ponds, and rivers; fruits, grains, and nuts; -all of which they imaged in the sky".

⁷ **KUNITZSCH, Paul, y SMART, Tim**. *Short guide to modern star names and their derivations*. Otto Harrassowitz. Wiesbaden, 1986. Pág. 7. Texto en inglés: "As a result, poets and other authors began using and inflating the existing star names, and created new names for their own imaginative use".

⁸ *Ibidem*.

⁹ También escrito *zenit*, es el punto del hemisferio celeste superior al horizonte, que corresponde verticalmente a un lugar de la Tierra.

¹⁰ También escrito *azimut*, es el ángulo que con el meridiano forma el círculo vertical que pasa por un punto de la esfera celeste o del globo terráqueo.

¹¹ Punto de la esfera celeste diametralmente opuesto al *cenit*.

¹² **ALLEN, op. cit.** Pág. VI de la Introducción.

¹³ **ABETTI, Giorgio**. *Historia de la Astronomía*. Trad. De Alejandro Rossi. Fondo de Cultura Económica (Breviarios 118). México-Buenos Aires, 1966. 2ª edición (e. o. 1949). Pág. 60.

¹⁴ **MARTOS RUBIO, Alberto**. *Historia de las Constelaciones. Un ensayo sobre su origen*. Equipo Sirius. Madrid, 1992. Tomo I. Fig. 2.

¹⁵ *Ibidem*.

¹⁶ **ABETTI, op. cit.** Pág. 71.

¹⁷ **SAMSÓ, Julio**. "La ciencia española en la época de Alfonso el Sabio", en el volumen especial con motivo de la exposición "Alfonso X. Toledo 1984", en el Museo de Santa Cruz, en junio-septiembre, 1984, y editado por la Dirección General de Bellas Artes y Archivos del Ministerio de Cultura. Págs. 89-90.

¹⁸ *Ibidem*.

¹⁹ *Ibidem*.

²⁰ *Ibidem*.

²¹ **SAMSÓ, Julio**. "La pasión astronómica" en el especial sobre el Séptimo centenario de la muerte de Alfonso X el Sabio publicado en *El País*, 4/4/84.

²² **SAMSÓ**, "La ciencia española...", *op. cit.* Pág. 95. Este autor recoge una opinión de Américo Castro, suscrita con ciertas matizaciones por David Romano.

²³ *Ibidem*.

²⁴ **ABETTI, op. cit.** Pág. 71.

²⁵ **SAMSÓ, art. cit.**

²⁶ **SAMSÓ, op. cit.** Págs. 100-101.

²⁷ **GOYTISOLO, Juan**. "Cervantes, España y el Islam", en el suplemento "Culturas" de *Diario 16*, 23/6/85.

²⁸ **FERNÁNDEZ-RAÑADA, Antonio**. *Los muchos rostros de la ciencia*. Premio Internacional de Ensayo Jovellanos 1995. Ediciones Nobel. Oviedo, 1995. Págs. 170-171.

²⁹ Lo mismo sucede con otra estrella de la misma constelación: el nombre árabe original de *Alnilam* puede aparecer como *Al Nitham*, *Al Nathm* o *an-nizam*.

³⁰ **KUNITZSCH, art. cit.** Págs. 20-21.

³¹ *Ibidem*.

3. PERÍODO RENACENTISTA (del año 1500 al 1800)

En el Renacimiento aparecen los primeros estudios filológicos que intentan comprender y explicar los orígenes de la nomenclatura estelar heredada del pasado: tanto los nombres árabes y latinos del período medieval como los antiguos nombres griegos y romanos, estos últimos recuperados gracias a los libros clásicos de astronomía y astrología conservados en bibliotecas y otras colecciones. Sin embargo, según Kunitzsch y Smart¹, estos estudios introducen malentendidos y especulaciones desacertadas debido al insuficiente material original árabe de que se dispuso y al precario conocimiento que tenían los autores de las lenguas orientales que eran necesarias.

Los astrónomos del Renacimiento también necesitaron de los estudios filológicos para los nuevos nombres que debían aplicar a sus mapas y esferas. Pero, de nuevo, se añadieron usos indebidos de términos en la astronomía moderna. Se idearon nombres para honrar a soberanos y se inventaron otros para las nuevas constelaciones del Hemisferio Sur, siguiendo los grandes viajes de exploración al sur del Ecuador.

Pero antes de referirnos a estas nuevas constelaciones y a los catálogos que se compilan en este período, nos detendremos en el instrumento astronómico por excelencia del Renacimiento, el *telescopio*, invento y término que muchos atribuyen erróneamente a Galileo y que él nunca se adjudicó. (*Telescopium* es también, como veremos, el nombre de una constelación en el Hemisferio Sur, cerca del *Escorpión*, al sur de *Sagitario*, que fue introducido por Lacaille en 1752).

3.1. El telescopio de Galileo

El arte de fabricar lentes era una tecnología antigua ya conocida. Basándose en ella, el telescopio surgió de acoplar a un tubo una lente convergente y otra divergente. Y esto ocurría -nos cuenta Antonio Fernández-Rañada²- en varios lugares distintos, entre

ellos Barcelona³. Los holandeses Zacarías Janssen y Hans Lipperhey ofrecieron su telescopio a los príncipes de Médicis como instrumento militar, para observar barcos o espiar los movimientos del enemigo.

En mayo de 1609, encontrándose en Venecia, Galileo supo del invento de los holandeses, un instrumento que permitía ver de cerca objetos situados lejos del observador. Antes incluso de llegar a ver ningún telescopio, el italiano se había construido el suyo propio. “Pero no miró barcos ni ejércitos. En cambio -señala Fernández-Rañada-, hizo algo sorprendente y del todo inútil: dirigir su instrumento a los cielos. Esto no sirvió para nada práctico, pero fue el preludio de una carrera fulgurante de descubrimientos: hay montañas en la Luna, varios satélites giran en torno a Júpiter, Venus pasa por fases como la Luna, Saturno tiene anillos, el Sol manchas, la Vía Láctea está compuesta por multitud de estrellas...”⁴

Galileo tampoco inventó el término *telescopio*, alrededor del cual existe una historia peculiar que contamos a continuación.

3.1.1. Historia del término

En la biblioteca del Instituto de Astronomía de Cambridge hallamos un libro con un título que podríamos traducir libremente como “¿Quién acuñó el término *telescopio*?” y que fue escrito por Edward Rosen en 1947⁵. El astrónomo Harlow Shapley (1885-1972), en el prólogo de este libro, lo presenta como un digno trabajo de investigación en el campo de la historia de la astronomía, donde el rigor científico se combina con una técnica propia de detectives, exponiendo los resultados con la intriga del suspense. En este caso se trataba de averiguar, o aclarar más bien, quién acuñó el término *telescopio*, un misterio que sólo se desvela al final del libro.

Perspicillum versus occhiale

Telescopio es un término griego que proviene del adverbio *tele* (“lejos”) y del verbo *skopeo* (“ver”). Sin conocer la investigación de Rosen, muchos piensan con cierta lógica que fue el propio Galileo Galilei el inventor del instrumento y el que también le puso nombre.

Galileo sorprendió a sus contemporáneos anunciando, en *Sidereus Nuncius* (El Mensajero Celeste o Aviso Astronómico), una serie de descubrimientos astronómicos importantes que habían sido posibles gracias a la por entonces reciente invención del telescopio. Pero cuenta Rosen que Galileo no pudo usar este término, porque aún no había sido creado. En su lugar, se refirió a su invención como *organum* e *instrumentum*, términos que resultaban familiares a los lectores en relación con los instrumentos de observación a simple vista, y con mayor frecuencia el término *perspicillum*, como figura en la página del título del libro. Kepler compartió con Galileo su preferencia por este último término. En la respuesta que dio a Galileo en *Conversaciones con el Mensajero Celeste*, Kepler usó *instrumentum*, aunque utilizó con mayor frecuencia *perspicillum*, la designación latina que resultaba más apropiada para "la invención que tan ampliamente había incrementado la capacidad del hombre para explorar la estructura oculta del Universo".⁶

Pero el término *perspicillum*, así como *specillum* (también empleado por Galileo), se usaba igualmente para designar una lente óptica, lo cual creaba cierta confusión. Kepler, que advirtió el problema, denominó al invento *perspicillum duplicatum*, para diferenciarlo de las lentes simples (*simplicibus perspicillis*).

Galileo publicó sus trabajos en latín para que pudieran ser comprendidos fuera de Italia, pero la mayoría de sus cartas fueron escritas en italiano, y en ellas el término utilizado con preferencia fue el de *occhiale*. "Mas este término -explica Rosen- estaba abierto a la misma objeción que su contrapartida latina, *perspicillum*. Su forma en plural, *occhiali*, era la palabra habitual para un par de lentes. Galileo buscó remediar esta debilidad o potencial ambigüedad en su expresión favorita llamando a la lente *vetro*, dado el material (vidrio) del que estaba hecha. Mientras, en Praga, alguien recurrió a *occhiali doppii*, que correspondía al *perspicillum duplicatum* de Kepler".⁷

El segundo término en italiano que Galileo seleccionó fue el de *strumento*, pero su incapacidad para distinguir el nuevo ingenio de las herramientas de los astrónomos antiguos lo hicieron igual de inadecuado que *instrumento*, su antecesor latino. "Tanto en italiano como en latín -concluye Rosen en este apartado- hay que reconocer que

Galileo falló al sugerir un nombre distintivo que pudiera captar la imaginación del hombre".⁸

La gran excitación que los descubrimientos de Galileo provocaron en el mundo científico dio lugar a una multitud de designaciones para el nuevo método de observación. En la posterior batalla por la supervivencia, el término *telescopio* se mantuvo frente a sus competidores anglosajones. ¿Pero quién acuñó este término? Hasta el estudio de Rosen dos eran las atribuciones: una era Federico Cesi y la otra Giovanni Demisiani.

Roma, 14 de abril de 1611

Federico Cesi (1585-1630) fue fundador y presidente de la Academia de los Linceos (*Accademia dei Lincei*) de Roma, una asociación para el avance de la ciencia a la que perteneció Galileo (la primera sociedad científica internacional). A Cesi le atribuyen el término *telescopio* Giovanni Battista della Porta (1535-1615), que fue vicepresidente de dicha Academia, y el médico y naturalista alemán Johannes Faber (1574-1629).⁹

Fue en una cena en honor a Galileo, que tuvo lugar en Roma el 14 de abril de 1611, cuando se hizo público el término *telescopio*. En la investigación que Rosen realizó para averiguar quién de los invitados fue el autor se recurre a una fuente periodística de la época. El 16 de abril de 1611, los *Avvisi*¹⁰ daban la siguiente noticia:

Galileo Galilei, el matemático, llegó aquí procedente de Florencia antes de Semana Santa. Anteriormente profesor de Padua, se encuentra en la actualidad al servicio del Gran Duque [de Toscana] con una asignación de 1.000 escudos. Ha observado el movimiento de las estrellas con el *occhiali*, que ha inventado o más bien mejorado. En contra de la opinión de todos los filósofos de la antigüedad, declara que hay cuatro o más estrellas o planetas, que son satélites de Júpiter y que él llama los *corpi Mediceos*, así como dos compañeros de Saturno. Ha discutido aquí su opinión al respecto con el Padre Clavius, el Jesuita. La tarde del jueves, en la hacienda de Monseñor Malvasia, más allá de la puerta de San Pancracio, un promontorio abierto, se ofreció un banquete en su honor a cargo de [Federico Cesi], el Marqués de Monticelli y sobrino del Cardenal Cesi, quien estaba acompañado de su pariente, Pablo Monaldesco. A la reunión asistieron Galileo; un flamenco llamado Terrentius; Persio, del séquito del Cardenal Cesi; [La]galla, profesor de la Universidad de aquí; el Griego, matemático del Cardenal Gonzaga; Piffari, profesor de Siena, y otros ocho más. Algunos de ellos salieron expresamente para llevar a cabo esta observación, y aunque se quedaron hasta la una de la madrugada, no llegaron a alcanzar un acuerdo sobre lo que vieron.¹¹

Johannes Faber estuvo en el famoso banquete de Galileo en Roma y en su libro *Animales Mexicanos* dice: "Antes de la cena, vimos algunas imágenes de los cielos y de la Tierra, y mantuvimos discusiones filosóficas. Mientras se utilizaba el instrumento, Cesi repitió el nombre de *telescopio* varias veces. Agradó tanto a todo el mundo y fue tan bien recibido que a partir de entonces se extendió por la ciudad y por el mundo."¹² Posteriormente, Faber acuñó el término *microscopio*, inspirándose claramente en *telescopio*¹³.

Lunar Phenomena (Fenómenos Lunares), de Giulio Cesare Lagalla (1571-1624), profesor de filosofía de la Universidad de La Sapienza en Roma y citado en las dos fuentes documentales sobre la cena en honor a Galileo, es el primer libro impreso en el que aparece (ya en la misma página del título) el término *telescopio*.

Lagalla también escribió un tratado sobre la luz, que suele acompañar a sus *Fenómenos Lunares* (las páginas de ambos libros se numeran consecutivamente). *Luz* empieza narrando que una noche el autor, junto con Cesi y otros dos amigos, quedaron con Galileo con el propósito de observar Venus y Saturno. Uno de estos amigos era Giovanni Demisiani, "a cuya mente ingeniosa -dice Lagalla-, debemos el nuevo nombre de *telescopio*, otorgado más apropiadamente que el de *perspicillum*".¹⁴

Giovanni Demisiani de Cefalonia estaba presente en la cena de Galileo. Su nombre aparece en el relato de Faber, y en el informe del *Avvisi* se le identifica como "el Griego, matemático del Cardenal Gonzaga". Se sabe que fue amigo de Galileo y que el 15 de agosto de 1612 fue admitido oficialmente en el creciente grupo de los Linceos. Murió en París de disentería y fue Cesi quien informó de ello a Galileo en 1619.

Rosen concluye que el término *telescopio* fue originalmente inventado por Demisiani y públicamente revelado por Cesi en el banquete del 14 de abril de 1611.¹⁵ Y añade: "a menos que hayamos cometido un error, fue el Griego, Giovanni Demisiani de Cefalonia, poeta y teólogo más que científico, quien fomentó, si no inició, el curioso imperativo categórico que ordena que los instrumentos científicos modernos lleven nombres griegos antiguos".¹⁶

Otros autores también se hacen eco de esta paternidad, como Henry King, en su historia del telescopio¹⁷, y Stillman Drake, en su biografía científica de Galileo¹⁸. De este último extraemos el siguiente párrafo:

... Cesi había compuesto una pequeña obra que llamó *Celiscopio*, dedicada principalmente a la refutación de las supuestas orbes sólidas de los cielos. Estaba escrita en forma de carta a Porta, y Cesi pensaba incluirla junto con la réplica de Porta en el volumen de correspondencia de los Linceos que él había propuesto. Giovanni Demisiani, quien había acuñado la palabra *telescopio* en 1611, propuso el título *helioscopia* para ese volumen, pero esta sugerencia fue descartada cuando llegaron a Roma las nuevas cartas de Apelles, y el nombre *helioscopio* ya había sido inventado por el alemán.¹⁹

Apelles era el seudónimo del jesuita alemán Christopher Scheiner (1573-1650), quien en efecto se refiere en su carta del 25 de julio de 1612 al “tubo óptico que podría con propiedad llamarse *helioscopium*, puesto que está orientado directamente al Sol”.²⁰

Un documento de gran importancia en la investigación de Rosen es la carta que Cesi envía a Galileo el 28 de octubre de 1612. En ella se dice: “Estoy seguro de que Apelles coge su término *helioscopio* de nuestro *telescopio*, a través del libro de Lagalla, que ha llegado a esa región, y por otro libro de Jerome Sirturi, quien me lo oyó a mí, habiendo sido ambos libros recogidos en el catálogo de la feria de esta pasada primavera en Frankfurt”.²¹ Rosen confirma que efectivamente en el catálogo de la feria de primavera de Frankfurt de 1612 aparecen estos dos libros, conteniendo ambos en su título la palabra *telescopio* (aunque el de Sirturi se publicó seis años después).

¿Llegó Galileo a utilizar la palabra *telescopio*? Parece que sí. Según el Diccionario de Oxford, lo hizo en toda la correspondencia que mantuvo desde el 1 de septiembre de 1611.²² Cuenta Rosen que en una carta dirigida a otro miembro de la Academia de los Linceos, Marcus Wesler, fechada el 4 de mayo de 1612, y con motivo del volumen sobre “Manchas Solares”, Galileo usó *occhiale* una vez en la primera referencia al instrumento, para proceder luego a introducir *telescopio* como sinónimo de *occhiale*; “y por todo el resto de las Manchas Solares empleó *telescopio* prácticamente para excluir los otros términos”.²³

3.2. Los catálogos de estrellas y las nuevas constelaciones

Hasta el siglo XVI, sólo se conocían las 48 constelaciones establecidas por Ptolomeo, porque hasta esa época las observaciones astronómicas se limitaban prácticamente a las estrellas y constelaciones del Hemisferio Norte (y algunas del Hemisferio Sur que en la antigüedad se veían desde regiones mediterráneas). "Con la expansión del comercio hacia los mares del sur entre los siglos XVI y XVIII, y con el crecimiento y desarrollo de la navegación alrededor del mundo, fuera con fines de exploración, descubrimiento o conquista territorial, se observaron por primera vez las nuevas estrellas y constelaciones de los cielos del sur. Estaba claro que estos nuevos objetos iban a necesitar nombres"²⁴, advierte Room, aunque muchos de los términos propuestos para las recién descubiertas constelaciones nunca se aceptaron.

3.2.1. Tycho Brahe: medidas de precisión

El astrónomo danés Tycho Brahe (1546-1601) realizó cuidadosas observaciones astronómicas durante más de veinte años sin telescopio (que no se inventó hasta después de su muerte). La precisión de sus medidas permitió a Kepler y a Newton formular sus famosas teorías. Fue Brahe quien catalogó separadamente la constelación de la *Cabellera de Berenice*, aunque esta constelación del Hemisferio Norte ya era conocida en la antigüedad. También introdujo una constelación con el nombre de *Antinous* en 1559, propuesta que no ha perdurado.

Coma Berenices/Comae Berenices/Com/Cabellera de Berenice

Una leyenda cuenta que la princesa egipcia Berenice ofrendó a los dioses sus famosos cabellos dorados (una trenza, concretan algunos autores) con el fin de propiciar la victoria de sus ejércitos. También se dice que fue en agradecimiento por el regreso de su marido, Ptolomeo III, sano y salvo después de la batalla. Pero sucedió que la cabellera ofrendada desapareció del templo donde se había depositado y ello provocó la ira del rey, quien amenazó al pueblo con un escarmiento si no era restituida. Martos Rubio²⁵ relata que gracias al astrónomo Conon de Samos y a su ingenio, la cólera del monarca egipcio se aplacó. La historia que Conon contó fue la siguiente: la diosa Afrodita, complacida con la ofrenda, la había transportado al

cielo, donde el astrónomo la encontró formando una constelación que hasta entonces no existía.

Otra versión sobre esta constelación la relaciona con la triste historia de los jóvenes Píramo y Tisbe que relata Ovidio (43 a.C.-17) y que William Shakespeare incorporó en su comedia *Sueño de una noche de verano*. Eran dos enamorados que por la oposición de sus padres no podían verse y sólo se hablaban a través del muro que separaba sus casas colindantes. Un día los dos amantes acordaron reunirse en el bosque. Mientras Tisbe esperaba, apareció una leona con el hocico ensangrentado de una presa reciente. Asustada, la joven echó a correr, dejando caer el velo que llevaba sobre los hombros y con el que la leona se entretuvo jugando. Cuando Píramo llegó al lugar de encuentro, lo primero que vio fue el velo rasgado y manchado de sangre. Convencido de que Tisbe había sido devorada por alguna fiera, Píramo se suicidó clavándose un cuchillo. Al instante regresó Tisbe, quien no pudiendo resistir la muerte de su amado, también se quitó la vida. (La sangre de los amantes salpicó una morera, cuyos frutos tienen, desde entonces, el color que les caracteriza). El velo de Tisbe, causa del fatal equívoco, fue colocado en el cielo por Zeus y convertido en *Coma Berenices*.

Esta constelación, si bien alberga estrellas poco luminosas, sí contiene gran número de galaxias (unas 1.000) agrupadas en el conocido *Cúmulo de Coma*, mientras que otras forman parte del *Cúmulo de Virgo*, términos muy frecuentes en las noticias astronómicas.

La galaxia más brillante de esta constelación es *M64 (NGC 4826)*, por su aspecto conocida como *Galaxia del Ojo Negro*²⁶. También se encuentran varios objetos del llamado *Catálogo Messier*, como el cúmulo globular *M53 (NGC 5024)*.

3.2.2. Johannes Bayer: animales exóticos y letras griegas

A principios del siglo XVII, el astrónomo y abogado alemán Johannes Bayer (1572-1625) actualizó la lista de Ptolomeo de 48 constelaciones añadiendo 12 nuevas del Hemisferio Sur que describimos a continuación. Su atlas celeste *Uranometría* (literalmente "medida de los cielos"), publicado en 1603, fue el primer atlas de

estrellas moderno: en él clasificaba muchas de las estrellas perceptibles a simple vista (unas 2.000), basándose en las determinaciones de posiciones estelares y magnitudes realizadas por su colega contemporáneo danés Tycho Brahe. *Uranometría* es, además, una obra magníficamente ilustrada, con grabados sobre placas de cobre, para conocer las constelaciones y la mitología asociada con sus nombres.

Bayer inició una tendencia innovadora en la nomenclatura dando nombres exóticos de los Mares del Sur a las doce nuevas constelaciones. "Les dio nombres de bestias y de aves exóticas y llenas de color, con nombres que se traducen como Pavo Real, Tucán, Grulla, Camaleón, Pez Volador y Serpiente de Agua, por ejemplo. De algún modo, estaba siguiendo la tradición de la antigüedad, por cuanto los términos escogidos eran nombres de criaturas. Pero su naturaleza exótica se escogió expresamente por encontrarse en el Hemisferio Sur, lo que le daba un carácter a la vez tradicional y original."²⁷

En su catálogo, Bayer también utilizó por primera vez el sistema basado en el alfabeto griego (que hemos visto al nombrar las estrellas principales de cada constelación), asignando a cada estrella visible en una constelación una de las 24 letras griegas; así, la estrella más luminosa generalmente se llamaba *alpha* (α), la siguiente en intensidad *beta* (β), y así sucesivamente. Por eso *Betelgeuse* también se llama *Alpha (a) Orionis*, siendo *Orionis* el genitivo latino del nombre de la constelación. Pero "en aquellos días pre-telescópicos se cometieron errores, y *b Ori (Rigel)*, no *a Ori (Betelgeuse)*, como uno esperaría, es la estrella más brillante de Orión".²⁸

Para las constelaciones con más de 24 estrellas visibles, Bayer completó su listado con letras latinas. La nomenclatura que este astrónomo desarrolló todavía se usa y se ha extendido hasta 1.300 estrellas.

Apus/Apodis/Aps/Ave del Paraíso

Esta constelación también es conocida como *Ave Índica*, una especie ornitológica de plumaje dorado y horrendas patas que los indios cortaban para ofrecer a los extranjeros sólo lo bello. De ahí el término latino *Apus*, del griego *apous*, que significa "sin patas" y con el que se designaba a la golondrina, la cual esconde sus

extremidades bajo el plumaje. El trazado de la constelación no sugiere claramente ningún pájaro; sólomente se encuentra cerca del Polo Sur y, por ello, Bayer le puso el nombre de uno de los pájaros exóticos que tanto le fascinaban.

Chamaeleon/Chamaeleontis/Cha/Camaleón

Aunque fue bautizada por Bayer, esta constelación ya era conocida por los navegantes del siglo XVI. Su trazado vagamente sugiere la figura del nombre que recibe. Es una constelación cerca del Polo Sur poco conspicua, que queda oculta en el cielo como el camaleón, animal que cambia de color para adaptarse al medio y pasar desapercibido. También se encuentra cerca de la constelación de la Mosca, animal al que acecha.

Dorado/Doradus/Dor/Dorada o Carpa Dorada

No tiene nada que ver con la dorada española, sino con un pez grande tropical que cambia de color cuando muere. La forma de pescado es, de nuevo, poco evidente. Contiene la *Nebulosa de la Tarántula*²⁹ (también llamada *NGC 2070* ó *30 Doradus*) y la *Gran Nube de Magallanes*³⁰. Junto con el *Pez Volador* y la *Gran Nube de Magallanes* formó una figura del Viejo Testamento: *Abel el Justo*. En la *Gran Nube de Magallanes* explotó la supernova *1987A*, que ha formado parte de un buen número de titulares de prensa.

Grus/Gruis/Gru/Grulla

Este gran pájaro de agua, de alto vuelo, es el símbolo de un observador de estrellas de Egipto, según el gramático alejandrino Harapolo. Se cree que los navegantes españoles conocían esta constelación por el *Flamenco*, un ave zancuda formada por 13 estrellas que amenazaban al *Pez Volador*. La estrella más brillante, *a Gruis*, era en árabe *Al Na'ir*, "la luminosa", de magnitud 1,8.

Hydrus/Hydri/Hyi/Hidra Austral o Serpiente de Agua Macho

Esta constelación es la contrapartida austral y en masculino (su nombre es *Hydrus*, en latín) de la *Hidra* del Hemisferio Sur. También recibe el nombre de *Hidra Macho* o *Pequeña Serpiente de Agua*.

Indus/Indi/Ind/Indio

Representa un amerindio con flechas en las dos manos. Junto con el *Pavo* forma *El Patriarca Job*. En China se la conocía por *El Persa*, nombre que le dieron los misioneros jesuitas. Cuenta Levy³¹ que a principios de los años sesenta, cuando Frank Drake (n. 1930) empezó a buscar señales de vida en nuestra galaxia, uno de sus objetivos fue la estrella *e Indi*. En 1972, el satélite *Copernicus* buscó sin éxito estas señales.

Musca/Muscae/Mus/Mosca Austral o Abeja

En un principio, el nombre completo fue *Musca Australis* o *Musca Índica*, para diferenciarla de la *Musca Borealis*, ahora abandonada. También se la llamó *Apis* o *Musca Apis*, que significa "abeja" o "abeja mosca", pero esta designación se descartó por su parecido con *Avis*. Se trata de la constelación que huye del cercano *Camaleón*.

Pavo/Pavonis/Pav/Pavo o Pavo Real

Es otro de los cinco pájaros que Bayer catasterizó y cuya estrella principal (*a Pavonis*) es de primera magnitud. En la mitología griega, una de las leyendas dice que el pavo real fue sacrificado a Hera, de la que brota la *Vía Láctea*. Esta diosa griega se había quedado impresionada por la belleza de la cola del animal.

Según otra fábula, el pavo real es símbolo de inmortalidad y está relacionado con *Argos Panoptes*, "el de los cien ojos", quien padecía insomnio y no dormía. Por ello, Hera le encargó vigilar por las noches a su sacerdotisa lo y evitar así que el libidinoso Zeus la sedujera. Hermes, en misión olímpica, degolló a Argos, cuyos brillantes ojos Hera recogió e inmortalizó en las plumas del pavo real, que nunca mueren porque se renuevan constantemente. Bayer, según Martos Rubio³², confundió este Argos con el

constructor de la nave del mismo nombre, que fue transformado por Hera en este animal y transferido al cielo. Por ello, Bayer situó el Pavo en el cielo austral, frente al Barco Argo.

Esta constelación contiene la galaxia espiral NGC 6744, una de las más bellas del Hemisferio Sur, así como el cúmulo globular NGC 6752.

Phoenix/Phoenicis/Phe/Fénix

El Ave Fénix fue un pájaro fabuloso asociado en Egipto con ciclos al término de los cuales se quemaba y volvía a renacer de sus cenizas, comenzando un nuevo ciclo. Símbolo de la inmortalidad, se representa como un pájaro elevándose en el aire con las alas desplegadas.

También se le identifica con el Sol Naciente, que se sucede a sí mismo tras su propia muerte diaria. En China recibió el nombre que le dieron los jesuitas de Pájaro de Fuego. Junto con la Grulla formó Aarón, el Gran Sacerdote. Los árabes medievales la conocían como *Nair al Zaurak* ("la más brillante del barco"), que descendía por el río Eridano, de ahí que aparezca al lado de esta constelación.

Contiene una pequeña espiral barrada (NGC 625) y una estrella variable tipo Cefeida (SX Phoenicis).

Triangulum Australe/Trianguli Australis/TrA/Triángulo Austral

Sin duda, el nombre más prosaico del grupo de Bayer, otro instrumento que, junto con el nivel y el compás, utilizan los carpinteros y los navegantes. De nuevo se trata de una contrapartida austral de la constelación homónima del Hemisferio Norte. También se la llamó *Los tres patriarcas*, asignando sus tres estrellas más brillantes a Abraham, Isaac y Jacob.

Tucana/Tucanae/Tuc/Tucán

Representa el conocido pájaro americano, cuyo gran pico lo siluetean las estrellas más brillantes. Contiene la *Pequeña Nube de Magallanes*³³ y un espectacular cúmulo globular con nombre de estrella: *47 Tucanae (NGC 104)*.

Volans/Volantis/Vol/Pez Volador

Es la constelación que realmente puede parecer lo que su nombre representa. Originalmente fue *Piscis Volans*. Estos peces voladores se precipitaron sobre las naves de Magallanes, como describe Pigafetta en su informe del viaje de circunnavegación. Bayer situó al *Pez Volador* y a la *Dorada* bajo la quilla del *Barco Argo*.

3.2.3. Edmund Halley: favores reales

Edmund Halley (1656-1742), del que hablaremos cuando mencionemos el cometa que lleva su nombre, se trasladó de joven a la isla de Santa Elena para estudiar las constelaciones australes. Como resultado de sus observaciones (cartografió 360 estrellas y el cúmulo *w Centauri*, visibles a simple vista), incorporó dos nuevas constelaciones en su *Catalogus Stellarum Australium* (Catálogo de estrellas australes), publicado en 1679, aunque sólo una, la *Columba* o *Columba Noae*, que conocemos por la *Paloma*, propuesta simultánea e independientemente por el astrónomo francés Augustin Royer, se mantendría. Algunos autores atribuyen esta constelación a Jakob Bartsch. Y según Levy³⁴, debe su bautizo a Petrus Plancius, teólogo y cartógrafo holandés del siglo XVI.

Halley también introdujo en 1680, quizá para obtener ciertos favores reales, la constelación llamada *Robur Caroli* ("el roble de Carlos"), en honor de Carlos II de Inglaterra, quien permaneció escondido en un árbol tras su derrota ante Cromwell. Para ello, Halley tuvo que quitar estrellas al *Barco Argo*, lo que hizo que compiladores de catálogos posteriores la rechazaran. "Y es que la comunidad internacional - comenta Martos Rubio- parece reacia y con razón, a admitir honores, a escala mundial, propuestos en favor de grandes personajes, pero legos en la materia, en reconocimiento de la ayuda que otorgaron a sus protegidos".³⁵ Y añade: "El mismo destino cupo a la toponimia lunar propuesta en 1645 por el astrónomo real de la

Casa de Austria, el flamenco Jan van Langren (conocido como Langrenus), con la que rendía pleitesía a su mecenas, Felipe IV de España."³⁶.

Columba/Columbae/Col/Paloma

Es un ejemplo más de los intentos de cristianizar el cielo pues se trata de la paloma que Noé soltó para comprobar que la tierra era habitable (la propia nave Argo había sido convertida en Arca), catasterizando así la leyenda bíblica del Diluvio.

Esta constelación contiene, entre otros objetos, el cúmulo globular *NGC 1851*, uno de los más brillantes del cielo.

3.2.4. Augustin Royer: la cruz de las antípodas

Como adelantábamos en el apartado anterior, el astrónomo francés Augustin Royer había propuesto en el siglo XVII la catasterización de la paloma de Noé, al mismo tiempo que lo hiciera Halley y de forma independiente. Pero, además, Royer introdujo una importante constelación, que permite localizar el Polo Sur Celeste (de ahí que durante siglos sirviera de guía a los marineros) y es la más conocida de las constelaciones del Hemisferio Sur³⁷ (de ella hablaron Dante y Luis de Camoens). Se trata de la *Cruz del Sur*. También introdujo en 1679, aunque sin éxito posterior, los nombres de constelaciones *Nubes Major* (la Gran Nube), *Nubes Minor* (la Pequeña Nube) y *Lilium* (el Lirio).

Crux/Crucis/Cru/Cruz del Sur

Se la conocía por este nombre ya en 1520, desde el viaje de circunnavegación del globo terrestre que hiciera Magallanes. Cuenta Martos Rubio³⁸ que el navegante Américo Vespucio la redescubrió, aunque en una carta enviada a Lorenzo de Médicis no denominara *Crux* a esta constelación, sino *Mandorla*, que significa “La Santa Aureola”. Realmente, añade este mismo autor³⁹, quien primero la llamó *Crux del Sur* fue Fernando de Magallanes cuando la observó en su viaje a la India en 1505. Las cuatro estrellas principales formaban para Ptolomeo las patas del *Centauro*. El movimiento de precesión del eje terrestre hizo que los romanos no pudieran ver esta constelación, aunque Plinio pudo verla desde Alejandría, cuando intentaba demostrar la esfericidad de la Tierra mediante la visibilidad de las constelaciones. Plinio la bautizó *El Trono de César*, pues fue en esta constelación donde se extinguió el cometa cuya visita coincidió con la muerte del general romano.

Contiene el cúmulo de estrellas llamado *El Joyero* y una oscura nebulosa llamada *El Saco de Carbón*⁴⁰.

3.2.5. Jakob Bartsch: animales con atributos

El astrónomo y cosmógrafo alemán Jakob Bartsch, que fue yerno de Johannes Kepler, introdujo en 1624, en su obra *Planisphaerium Stellatum*, los nombres de dos nuevas constelaciones: el *Unicornu*, posteriormente *Monoceros*, y el *Camelus* (el *Camello*), que fue transformado (a propuesta de Hevelius, como veremos más adelante) en *Camelopardalis* (la *Jirafa*), como recoge en una edición posterior de su obra (1661). En cuanto a la constelación de la *Paloma* (*Columba*), según Martos Rubio⁴¹, Bartsch la ignoró en todas las ediciones de su obra, aunque otros autores se la atribuyen.

Camelopardalis/Camelopardalis/Cam/Jirafa

Camello-Leopardo era el nombre que los griegos le dieron a la jirafa por las manchas de uno y otro animal, respectivamente. Bartsch catasterizó el camello (*Camelus*) que llevó a Rebeca a desposarse con Isaac a la tierra de Canaán, “si bien Johannes

Höwelcke [Hevelius] prefirió -advierte Martos Rubio-, en su *Firmamentum Sobiescianum*, convertir este jorobado animal en una esbelta jirafa hembra, *Camelopardalis*, más conforme con el carácter irreprochable del Cielo cristiano".⁴²

Esta constelación contiene, entre otras, las galaxias NGC 2403, una de las más brillantes del Hemisferio Norte, e IC 342, considerada una nebulosa desde su descubrimiento, en 1890, hasta que Edwin Powell Hubble (1889-1953) y Milton Lasell Humason (1891-1972) la identificaron como una galaxia espiral (hoy de las llamadas *barradas*).

Monoceros/Monocerotis/Mon/Unicornio

El *Unicornu* se transformó después en *Monoceros*, que en latín significa "un solo cuerno", aunque en castellano se conoce como *el Unicornio*. Las constelaciones de alrededor acotaban sus límites.

Contiene la espectacular *Nebulosa Roseta*⁴³ (NGC 2237, NGC 2238, NGC 2239 y NGC 2246) y un cúmulo de estrellas (NGC 2264) que el astrónomo aficionado Leland S. Copeland bautizó como *El árbol de Navidad*⁴⁴, el cual está asociado a una nebulosa llamada *Nebulosa del Cono*⁴⁵. También contiene un posible agujero negro: A0620-00.

3.2.6. Johannes Höwelcke (Hevelius): una vista de lince

Este astrónomo alemán, más conocido por su nombre latino Hevelius (1611-1687), confeccionó un catálogo de 1.564 estrellas. En sus obras póstumas *Firmamentum Sobiescianum* y *Prodomus Astronomiae* dio nombre a varias constelaciones del Hemisferio Norte aún sin bautizar, siguiendo la tradición de llamarlas con nombres de animales (entre ellas la de la *Jirafa* que sustituyó al *Camello* de Bartsch), a excepción del *Escudo* (originalmente el *Escudo de Sobieski*) y el *Sextante*, su instrumento astronómico favorito, que sirvió de inspiración para posteriores bautizos de nuevas constelaciones. También propuso en sus mapas los nombres *Triangulum Minor* (el Pequeño Triángulo) y *Cerberus*.

Hevelius también fue autor de una *Selenographia* en la que se describe la superficie lunar vista con su telescopio y en la que emplea una toponimia basada en nombres geográficos, como veremos.

Canes Venatici/Canum Venaticorum/CVn/Lebreles o Perros de Caza

Los *Perros de Caza* son *Asterion* ("Estrellado"), el boreal, y *Chara* ("Alegría"), el austral. Siguen al *Boyero* y persiguen a las Osas alrededor del Polo. En esta constelación se encuentra la estrella *Cor Caroli* (*a Canum Venaticorum*), que tiene diferentes justificaciones según los autores. Una mantiene que el nombre fue sugerido por el físico de la corte, sir Charles Scarborough, quien afirmaba que esta estrella había brillado especialmente el día del regreso del rey Carlos II a Londres el 29 de mayo de 1660. Otra supone que fue Halley quien quiso honrar a su mecenas Carlos II. El homenaje a este rey también pudo deberse a la construcción del Observatorio de Greenwich en 1675. Por último, Mitton⁴⁶ sostiene que el nombre de *Corazón de Carlos* hace referencia a la ejecución de Carlos I de Inglaterra en 1649 y que fue dado por Scarborough en 1660.

En esta constelación, que contiene la *Galaxia del Remolino*⁴⁷ (M51 ó NGC 5194), el *Experimento de Tenerife sobre el Fondo Cósmico de Microondas* (del que hablaremos en la Cuarta Parte de este trabajo) permitió localizar los primeros *cosmosomas* que dieron lugar al universo actual.

También alberga el cúmulo globular *M3* (NGC 5272), que contiene millones de estrellas.

Lacerta/Lacertae/Lac/Lagarto

Es una constelación no muy destacable del Hemisferio Norte. Esta designación se impuso sobre otras propuestas, como *La mano de la Justicia*, de Roger, y nombres en honor de monarcas como Luis XIV de Francia y Federico el Grande de Prusia. Para honrar a este último, muerto en 1786, el astrónomo alemán Johannes Bode (1747-1826), que veremos al tratar los catálogos de nebulosas, propuso el nombre *Frederici Honores* ("la gloria de Federico"). Realmente el término que prevaleció puede

considerarse un nombre apropiado dada la disposición de las estrellas en zig zag. Para los chinos era una serpiente voladora.

En esta constelación explotó la *Nova Lacertae* del 20 de junio de 1936. Contiene el prototipo de un tipo de galaxias activas llamadas *BL Lac* (de *BL Lacertae*)⁴⁸.

Leo Minor/Leonis Minoris/LMi/León Menor

Se dice que es una constelación de relleno, porque todas las estrellas deben pertenecer a una constelación. Ocupa el espacio aparente entre la Osa Mayor y el León, de ahí su nombre.

Esta constelación contiene las galaxias espirales NGC 3344 y NGC 3486.

Lynx/Lyncis/Lyn/Lince

El nombre de esta constelación no obedece a que sus estrellas puedan recordarnos a este animal, sino más bien a una prueba de agudeza visual, como el propio Hevelius advirtió. Dado que sus objetos son muy débiles, sólo aquél que tuviera una vista de lince podría verlas (y, claro está, ¡el propio Hevelius se consideraba un lince!). Anteriormente esta constelación fue conocida con el nombre de *Tigre*: la presencia de muchas pequeñas estrellas sugerían las manchas de la piel de este animal.

Contiene un cúmulo globular, NGC 2419, que el astrónomo Harlow Shapley llamó *Paseo Intergaláctico*⁴⁹, por creer que se estaba alejando de nuestra galaxia. También contiene varias galaxias, como NGC 2683 y NGC 2537 o *Galaxia de la Pata de Oso*⁵⁰, y la nebulosa planetaria PK164-31.1 (las iniciales corresponden a sus descubridores, Perek y Kohoutek).

Scutum Sobiescianum/Scuti/Sct/Escudo de Sobieski

Esta constelación debía recordar la liberación de Viena el 12 de septiembre de 1683, tras la batalla de Kahlenberg, del sitio turco, y tomó su nombre del escudo de armas

del rey polaco Juan III Sobieski, a quien Hevelius quiso rendir tributo. Este escudo tiene una cruz y su centro marcado con la estrella más brillante de la constelación: *a Scuti*. Otra estrella de esta constelación, la *d Scuti*, da nombre a un tipo de estrellas variables de breve período. Contiene el cúmulo del *Pato Salvaje*⁵¹ (*M11* ó *NGC 6705*), descubierto en 1681 por Gottfried Kirch desde el Observatorio de Berlín.

Sextans/Sextantis/Sex/Sextante

Era el instrumento que Hevelius más utilizaba para fijar las posiciones de las estrellas (fue destruido en un incendio en 1679 junto con otros instrumentos), incluso después de que sus contemporáneos abandonaran su uso por el del telescopio. El contorno angular de un sextante se puede ver en tres de sus estrellas principales (β , γ y δ), las cuales forman con el eje de *a Sextantis* un ángulo de 60 grados, el arco de un sexto de un círculo, que el sextante puede medir en su máximo. El nombre completo fue el de *Sextante de Urania* (*Sextans Uraniae*), siendo ésta la musa de la astronomía.

Esta constelación contiene la galaxia lenticular *NGC 3115*.

Vulpecula/Vulpeculae/Vul/Raposilla o Pequeña Zorra

El nombre completo que Hevelius propuso fue el de *Vulpecula cum Ansere*, que significa "Pequeña zorra con ganso". El astrónomo quiso ubicar una zorra y un ganso en una ajustada área del cielo (donde la *Vía Láctea* se divide en dos), catasterizando así la astucia y la voracidad de la raposa.

Contiene la nebulosa planetaria *M27* ó *NGC 6853*, conocida como *Nebulosa Dumbbell*, que significa "pesa de gimnasia" o "pesas", uno de los objetos más bellos del Universo.

3.2.7. John Flamsteed: los números consecutivos

A principios del siglo XVIII, el reverendo y astrónomo inglés John Flamsteed (1646-1719) amplió la lista de estrellas catalogadas a 3.000, incluyendo astros más débiles. En su catálogo *Historia Coelestis Britannica* ordenó las estrellas de cada constelación por su ascensión recta -así, *Betelgeuse* era 58 Ori- y dio sus posiciones con mucha más precisión que cualquier otro trabajo previo. Sin embargo, en la versión oficial del catálogo (la publicada en 1725, después de su muerte), los números árabes consecutivos no estaban incluidos explícitamente, aunque sí aparecieron en una versión preliminar publicada por Edmund Halley e Isaac Newton en 1712 sin permiso de Flamsteed⁵².

Flamsteed fue el primer Astrónomo Real de Inglaterra y primer Director del Real Observatorio de Greenwich, ya que fue él mismo quien sugirió la necesidad de su creación. Una pequeña herencia de su padre, que murió en 1688, le proporcionó los medios para construir un instrumento mural montado en la pared para medir la altitud de las estrellas a su paso por el meridiano.

Como no existen letras suficientes en el alfabeto griego para denominar a todas las estrellas de las constelaciones, también son utilizados las letras mayúsculas romanas (A, B, C) y los números (1, 2, 3). En algunos casos, las letras griegas se usan junto con subíndices para identificar estrellas que están cerca unas de otras, por ejemplo π^3 y π^6 Orionis.⁵³

También propuso dos nombres de constelaciones que no han trascendido: *Mons Maenalus* (la Montaña Maenalus) y *Cor Caroli* (el Corazón de Carlos).

3.2.8. Nicolas Louis de Lacaille: los instrumentos científicos

El abate y astrónomo francés Nicolas Louis de Lacaille (1713-1762), del Observatorio de París, propuso a la Academia de Ciencias francesa, en 1749, una expedición científica al Cabo de Buena Esperanza, con el fin de cartografiar las estrellas a bordo del navío *Le Glorieux*. En 1752, después de un viaje épico, con ayuda de un pequeño refractor determinó la posición de casi 10.000 estrellas, entre el Paralelo Celeste 23°S y el Polo Celeste austral. Su obra fue publicada en 1763, un año después de su muerte, bajo el título de *Caelum Australe Stelliferum* (El cielo estrellado del Sur).⁵⁴

“Con estas constelaciones de su propio cuño -señala Martos Rubio-, de Lacaille cubrió el vacío estelar que había dejado la astronomía clásica alrededor del Polo Sur Celeste, donde la falta de visibilidad había impedido a los ‘astrónomos antiguos’ seguir poniendo asterismos”.⁵⁵

Bernard Pellequer, en su *Guía del Cielo*⁵⁶, dice del abate Lacaille que o bien “carente de imaginación o quizá cediendo un tanto a la naciente tecnología, pobló el cielo del Sur de telescopios, microscopios, brújulas, sextantes, compases ¡e incluso de máquinas neumáticas!”. En efecto, como puede verse en la tabla correspondiente, Lacaille introdujo nombres de constelaciones un tanto prosaicos comparados con el resto. Pero está claro que contribuyó con ello no sólo a perpetuar su nombre como autor de las propuestas, sino también a rendir tributo a toda la instrumentación científica con la que el hombre profundizaba en el conocimiento del Universo; también honraba a los responsables de su invención.

Aunque existe muy poca información sobre las doce nuevas constelaciones que Lacaille introdujo, las cuales además no son especialmente relevantes dados su pequeño tamaño y su débil luminosidad, a continuación resaltamos algunos aspectos sobre cada una de ellas.

Antlia/Antliae/Ant/Máquina o Bomba Neumática

Había sido inventada por el físico Robert Boyle (1627-1691) cien años antes. Se trata de una máquina para hacer el vacío. Esta constelación, que contiene la espectacular galaxia espiral NGC 2997, con estrellas azules y nubes rosas de hidrógeno y polvo, también da nombre a la galaxia enana *Antlia*, descubierta recientemente como nuevo miembro del *Grupo Local* (fue primera página en *El País*, el 11 de abril de 1997), cuyo primer estudio detallado ha sido realizado por investigadores del IAC. *Antlia* es un término de origen griego que significa “la bodega de un barco y el agua de sentina en ella”.

Caelum/Caeli/Cae/Buril o Cincel

Recibió el nombre latino de *Caelum* o *Scalptorium*, que significa "buril", "cincel" o "instrumento para rascar". Con el fin de evitar posibles confusiones con la constelación del *Escultor*, se cambió arbitrariamente el nombre por el de *Praxiteles*, el cual no ha trascendido. Contiene la galaxia espiral NGC 1679.

Circinus/Circini/Cir/Compás

Lacaille la llamó *Circinus*, que significa "compás", y sus estrellas podrían formar algo parecido a las dos patas abiertas de este instrumento. Está asociada con la constelación vecina de la *Escuadra* o *Regla*. Sólo destaca una estrella, la única que tiene nombre: *a Circini* o *Lucida*, de tercera magnitud.

Fornax/Fornacis/For/Hornillo u Horno químico

Fue el *Fornax Chimica*, que significa "el horno del alquimista". Avance técnico del tiempo de Lacaille, este horno es el aparato químico usado en el laboratorio para diversos experimentos de calentamiento. Lacaille quiso rendir homenaje al químico francés Antoine L. Lavoisier (1743-1794), guillotinado en 1794, durante la Revolución Francesa.

En esta constelación se encuentra el *Cúmulo de galaxias de Fornax*, entre ellas, la galaxia NGC 1097.

Horologium/Horologii/Hor/Reloj de Péndulo

Cualquier parecido con la realidad es pura fantasía. Su nombre original fue *Horologium Oscillatorum* y honra al reloj de péndulo inventado en 1657 por el holandés Christiaan Huygens (1629-95), quien también descubrió Titán, una de las lunas de Saturno, así como los anillos de este planeta.

Mensa/Mensae/Men/Mesa o Montaña de la Mesa

Hacia alusión a la localización geográfica del Observatorio del Cabo de Buena Esperanza, en Sudáfrica, desde donde Lacaille hizo sus observaciones. En los límites con el *Dorado* se encuentra la *Gran Nube de Magallanes*. En esta galaxia se esconden las estrellas más septentrionales de la constelación, que representan la cima de la montaña, igual que el monte sudafricano del mismo nombre a veces se oculta en las nubes.

Microscopium/Microscopii/Mic/Microscopio

La línea angular de sus estrellas podría semejar a un instrumento de base óptica como el microscopio, cuya paternidad se atribuye al óptico holandés Zacarías Janssen, alrededor de 1590, y a Galileo, entre otros.

Norma/Normae/Nor/Esquadra o Regla

Esta constelación fue en un principio *Norma et Regula* (la escuadra y la regla o el nivel, los instrumentos de un carpintero), que Bayer llamó *Triángulo del Sur*.

El objeto más interesante en esta constelación es una nebulosa planetaria llamada *Shapley 1*, en honor del astrónomo estadounidense del mismo nombre.

Octans/Octantis/Oct/Octante

El octante es el tercer instrumento de navegación, además de la brújula y el compás, que Lacaille ascendió a los cielos. Inventado en 1730 por el matemático inglés John Hadley (originalmente se le llamó *Octans Hadleianus*), el octante es un instrumento para medir ángulos, predecesor del más conocido sextante (tenía un arco de un octavo de círculo en lugar de un sexto como en el sextante) y utilizado en astronomía, de ahí el tributo de Lacaille. La estrella **o** *Octantis* es la que se encuentra exactamente en el Polo Sur, pero su débil magnitud (5,4) le obliga a ceder su puesto a la *Polar*.

Pictor/Pictoris/Pic/Pintor

Sus estrellas principales sugieren un caballete. Quizá por ello su nombre original fue *Equuleus Pictoris* ("el Caballete del Pintor"). La estrella **b** *Pictoris* contiene un disco de polvo a su alrededor y los astrónomos piensan que en torno se podría estar formando un sistema planetario. El nombre de esta estrella era frecuente en muchos titulares de prensa en la década de los ochenta y recientemente, coincidiendo con el descubrimiento de los primeros planetas extrasolares.

Esta constelación también contiene la *Estrella de Kapteyn*, descubierta por este astrónomo holandés en 1897. Esta estrella es, después de la *Estrella de Barnard*, en *Ofiuco*, la que se mueve más rápidamente en el cielo.

Pyxis Nauticus/Pyxidis/Pyx/Brújula

La *Brújula* fue originalmente *Pyxis Nauticus*, que significa "compás de mariner". El acortamiento que han sufrido estos nombres compuestos la dejaron en *Pyxis*. Es una constelación cuyas estrellas principales, procedentes del antiguo mástil del *Barco Argo*, formarían lo que parece la aguja de una brújula. Anteriormente fue *Malus*, el mástil de *Argo*. Contiene el cúmulo de estrellas abierto NGC 2818.

Reticulum/Reticuli/Ret/Retículo

Originalmente esta constelación recibió el nombre de *Reticulum Rhomboidalis*. Es el retículo que empleó Lacaille para medir con precisión las posiciones de las casi 10.000 estrellas que catalogó. Según algunos autores (incluido Bartsch), se la conoció anteriormente por *Rhombus* ("el Rombo"), acuñado por Isaak Habrecht de Estrasburgo; pero Lacaille la rebautizó.

Sculptor/Sculptoris/Sci/Escultor

Junto con el *Cinzel del Escultor* y el *Caballote del Pintor*, Lacaille introdujo esta constelación, que originalmente llamó el *Taller del Escultor* (*L'Atelier du Sculpteur*, en francés), quizá, como dice Martos Rubio, "para no olvidarse del Arte en medio de tanta Técnica"⁵⁷.

En ella se encuentra la galaxia espiral NGC 253, descubierta en 1753 por Caroline Lucretia Herschel (1750-1848), cuando buscaba cometas. Esta galaxia, junto con NGC 55, también en esta constelación, forman parte de nuestro *Grupo Local*, conjunto de galaxias al cual pertenece la *Vía Láctea*.

Telescopium/Telescopii/Tel/Telescopio

Con este nombre, Lacaille rindió tributo a su pequeño instrumento refractor de 1,25 cm de diámetro y 74 cm de focal. Originalmente su nombre fue *Tubus Telescopium*. Para formar esta constelación, Lacaille robó estrellas de constelaciones vecinas.

Como apunta Levy, "este era el único gran telescopio del espacio hasta el lanzamiento del telescopio espacial Hubble en 1990"⁵⁸.

Contiene la nebulosa planetaria IC 4699 y varias galaxias, como la elíptica IC 4797.

3.2.9. Propuestas fallidas

Muchos de los nombres propuestos para las nuevas constelaciones, aunque aparecen en los mapas de estrellas antiguos, nunca se aceptaron o no prosperaron. Aunque algunos ya han sido mencionados, he aquí los casos más conocidos de propuestas fallidas:

- *Tarandus (el Reno)* y *Solitarus (el Solitario)*, propuestos por Le Monnier en 1776.
- *Taurus Poniatowski (el Toro de Poniatowski)*, propuesto por Pczobut en 1777.
- *Psalterium Georgianum (el Laúd de Jorge)*, propuesto por Hell en torno a 1780.
- *Honores Frederici (los Honores de Federico)*, *Sceptrum Brandenburgicum (el Cetro de Brandemburgo)* y *Telescopium Herschelii (el Telescopio de Herschel)*, propuestos por Bode en torno a 1775.
- *Globus Aesrostaticus (el Globo)*.
- *Quadrans Muralis (el Cuadrante de Pared)*.
- *Machina Electrica (la Máquina Eléctrica)*.
- *Officina Typographica (La Prensa)*.
- *Felis (el Gato)*.

LAS CONSTELACIONES DE BAYER (1603)

LATÍN	GENITIVO	ABREVIATURA	ESPAÑOL
Apus	Apodis	Aps	Ave del Paraíso
Chamaeleon	Chamaeleontis	Cha	Camaleón
Dorado	Doradus	Dor	Dorada o Carpa Dorada
Grus	Gruis	Gru	Grulla
Hydrus	Hydri	Hyi	Hídra Austral o Serpiente de Agua Macho
Indus	Indi	Ind	Indio
Musca	Muscae	Mus	Mosca
Pavo	Pavonis	Pav	Pavo Real o Pavo
Phoenix	Phoenicis	Phe	Fénix
Triangulum Australe	Trianguli Australis	TrA	Triángulo Austral
Tucana	Tucanae	Tuc	Tucán
Volans	Volantis	Vol	Pez Volador

LA CONSTELACIÓN DE HALLEY (1679)

LATÍN	GENITIVO	ABREVIATURA	ESPAÑOL
Columba	Columbae	Col	Paloma

LAS CONSTELACIONES DE ROYER (1679)

LATÍN	GENITIVO	ABREVIATURA	ESPAÑOL
Columba	Columbae	Col	Paloma
Crux	Crucis	Cru	Cruz del Sur

LAS CONSTELACIONES DE BARTSCH (1624)

LATÍN	GENITIVO	ABREVIATURA	ESPAÑOL
Camelopardalis	Camelo-pardalis	Cam	Jirafa
Monoceros	Monocerotis	Mon	Unicornio

LAS CONSTELACIONES DE HEVELIUS (1687)

LATÍN	GENITIVO	ABREVIATURA	ESPAÑOL
Canes Venatici	Canum Venaticorum	CVn	Lebreles o Perros de Caza
Lacerta	Lacertae	Lac	Lagarto
Leo Minor	Leonis Minoris	LMi	León Menor
Lynx	Lyncis	Lyn	Lince
Scutum	Scuti	Sct	Escudo de Sobieski
Sextans	Sextantis	Sex	Sextante
Vulpecula	Vulpeculae	Vul	Raposilla o Zorra Pequeña

LAS CONSTELACIONES DE LACAILLE (1752)

LATÍN	GENITIVO	ABREVIATURA	ESPAÑOL
Antlia	Antliae	Ant	Bomba o Máquina Neumática
Caelum	Caeli	Cae	Buril o Cincel
Circinus	Circini	Cir	Compás
Fornax	Fornacis	For	Hornillo u Horno químico
Horologium	Horologii	Hor	Reloj de Péndulo
Mensa	Mensae	Men	Montaña de la Mesa
Microscopium	Microscopii	Mic	Microscopio
Norma	Normae	Nor	Escuadra o Regla
Octans	Octantis	Oct	Octante
Pictor	Pictoris	Pic	Pintor
Pyxis	Pyxidis	Pyx	Brújula
Reticulum	Reticuli	Ret	Refículo
Sculptor	Sculptoris	Scl	Escultor
Telescopium	Telescopii	Tel	Telescopio

3.3. La cristianización del cielo

El anticuario alemán Andreas Cellarius diseñó en 1700, por encargo, un catálogo estelar en el que las constelaciones “paganas” fueran reemplazadas por otras de “motivos cristianos”. Este sistema tuvo muy poco éxito y únicamente lo reseñamos por su interés meramente anecdótico.

Las correspondencias se pueden encontrar, con sus grafías originales, en el volumen IV de Martos Rubio⁵⁹. (Obsérvese que sólo existen correspondencias de 53 constelaciones, suponemos que las conocidas por Cellarius en 1700):

CONSTELACIONES ZODIACALES	
San Pedro (El carnero de Abraham)*	Aries
San Andrés	Taurus
Santiago el Mayor	Gemini
San Juan	Cancer
Santo Tomás	Leo
Santiago el Menor (La Virgen María. Spica sería el Niño Jesús acunado en sus brazos)*	Virgo
San Felipe	Libra
San Bartolomé	Scorpius
San Mateo	Sagittarius
San Simón	Capricornus
Judas Tadeo	Aquarius
San Matías	Pisces

* Según otras transposiciones bíblicas.

CONSTELACIONES BOREALES	
Los Santos Inocentes	Draco
La Barca de Pedro	Ursa Maior
El Arcángel San Miguel	Ursa Minor
Santa Elena	Cygnus
El Pesebre de Jesús	Lyra
San Silvestre	Bootes
Los Tres Reyes Magos	Hercules
El Sepulcro de Cristo	Andromeda
María Magdalena	Cassiopeia
San Pablo	Perseus
San Jerónimo	Auriga
San Esteban	Cepheus
Santa Catalina	Aquila
El Arcángel San Gabriel	Pegasus
El Cordero Pascual	Canis Minor
La Corona de Espinas	Corona Borealis
La Rosa Mística	Equuleus
Las Cubas de Canaán (El Ataúd de Job)*	Delphinus
La Lanza de la Crucifixión	Sagitta
El Látigo de Cristo	Coma Berenices

* Según otras transposiciones bíblicas.

CONSTELACIONES AUSTRALES	
San José	Orión
El Rey David	Canis Maior
Abraham e Isaac	Centaurus
Benjamín	Lupus
San Benedicto	Ophiuchus
El Arca de Noé	Argo Navis
San Joaquín y Santa Ana	Cetus
El Diluvio Universal	Hydra
La Paloma de Noé (El altar erigido por Noé en acción de gracias tras el Diluvio)*	Ara
El Cuervo de Noé	Corvus
La Copa de Noé	Crater
El Vellón de Gedeón	Lepus
El Paso por el Mar Rojo	Eridanus
Vasija de agua	Piscis Australis
La Diadema de Salomón	Corona Australis
El Arcángel San Rafael	Tucana e Hydrus
El Santo Job	Indus y Pavo
Aarón (el hermano de Moisés)	Grus y Phoenix

* Según otras transposiciones bíblicas.

3.4. Los primeros catálogos de objetos nebulosos

Como hemos visto al tratar los objetos contenidos en cada constelación, muchos de ellos se nombran simplemente con unas letras, que identifican el catálogo en el que están clasificados (*M* de *Messier*, *NGC* de *New General Catalogue*, ...), seguidas del número que les corresponde en dicho catálogo. En algunos casos, el mismo objeto recibe dos o tres identificaciones de este tipo, en función de los diferentes catálogos que lo incluyen. A estos catálogos dedicamos las siguientes páginas.

3.4.1. Los intentos de Halley y otros

Con el telescopio como herramienta de trabajo y, sobre todo, ya en el siglo XVIII, fue evidente para los astrónomos que otros objetos distintos de los planetas, estrellas y algún que otro cometa ocasional eran observables en el cielo. Debido a su apariencia nebulosa y confusa, estos objetos fueron llamados *nebulae* ("nubes" en latín), cuyo primer uso como término astronómico data de 1661⁶⁰.

Los primeros intentos de compilar objetos nebulosos fueron los de Edmund Halley en 1715, en las *Philosophical Transactions of the Royal Society*. Su artículo describía seis objetos⁶¹:

- *Gran nebulosa de Orión*
- *Gran nebulosa de Andrómeda*
- *Messier 22*
- *Omega Centauri*
- *Messier 11*
- *Messier 13 en Hércules*

En 1733, el inglés William Derham (canónigo de Windsor) publicó, también en las *Philosophical Transactions of the Royal Society*, un catálogo de 16 nebulosas que él había recogido del catálogo de estrellas de Hevelius, como vimos realizado sin telescopio y publicado póstumamente en 1690. En 1755, Lacaille publicó, en la *Histoire de l'Academie Royale des Sciences* (Historia de la Real Academia de Ciencias) su catálogo de 42 nebulosas en el cielo del Sur, "Sur les étoiles nébuleuses

du ciel austral". Y en 1746, el astrónomo suizo Jean-Phillippe Loys de Chéseaux (1718-1751) listó 20 nebulosas.

3.4.2. El álbum Messier y los catálogos de Bode

Fue Charles Messier (1730-1817), un astrónomo francés afortunado descubridor de cometas, quien para evitar la confusión en la búsqueda de estos objetos, elaboró el primer catálogo extenso de objetos nebulosos.

Este catálogo, que ahora lleva su nombre, contenía 103 entradas (conocidas con la inicial M, de Messier, y el número correspondiente en el catálogo) y fue publicado en su forma definitiva en 1784, en la revista *Connaissance des Temps*.⁶² Una versión anterior, que listaba 45 objetos, había sido publicada en 1771, en las *Mémoires* de la Academia de Ciencias de París, con el título "Catalogue des Nébuleuses et des amas d'Étoiles, que l'on découvre parmi les étoiles fixes, sur l'horizon de Paris" (Catálogo de nebulosas y cúmulos de estrellas, descubiertos entre las estrellas fijas, sobre el horizonte de París).

El primer objeto del catálogo fue la *Nebulosa del Cangrejo* en la constelación del Toro, descubierta en 1758, mientras Messier buscaba un cometa. Se llamó, por tanto, M1.

Entre los 103 objetos se cuentan nebulosas, cúmulos y agrupaciones estelares que Messier, con su primitivo telescopio, no pudo ver más que de manera borrosa. Por ejemplo, el objeto 31 de su lista es la gran galaxia *Andrómeda*, que no sería identificada como tal hasta dos siglos después, por Edwin Hubble.

La primera persona que combina todas las nebulosas conocidas en un catálogo uniforme fue Johann Ehlert Bode (1747-1826), Director del Observatorio de la Academia de Ciencias de Berlín y coetáneo de Messier. En 1777, Bode publicó en su *Astronomische Jahrbuch* (Anuario Astronómico) de 1779 un catálogo de 75 nebulosas. En 1801 publicó *Uranografía*, serie de 20 mapas que contenían la posición exacta de 17.240 estrellas, y en 1805, *Vorstellung der Gestirne* (Representación de las Constelaciones).

Después de la compilación de Bode, Messier publicó en 1780 otra lista con 68 objetos, que cuatro años después, en colaboración con el joven astrónomo francés Pierre Françoise André Méchain (1744-1805), amplió hasta los 103 del catálogo final. En la actualidad contiene exactamente 110 entradas: 39 galaxias, 29 cúmulos globulares, 27 cúmulos galácticos, 6 nebulosas difusas, 4 nebulosas planetarias, 1 remanente de supernova, 1 estrella doble, 1 asterismo, 1 *patch* ("parche") brillante de la Vía Láctea y, al menos, 1 duplicación, M91 y M102⁶³.

Luis XV llamó a Messier "le furet des comètes" (el hurón de cometas). Observó 46 cometas, de los cuales había descubierto él mismo 21. Lalande tanto admiraba el trabajo de este astrónomo que, en su globo celeste de 1775, propuso una constelación llamada *Messier*, la cual estaría situada entre *Cefeo*, *Casiopea* y *Camelopardalis*.

3.4.3. Los catálogos de William y Caroline Herschel

Una copia del catálogo Messier fue entregada al músico y astrónomo de origen alemán William Herschel (1738-1822), quien observó, en colaboración con su hermana Caroline Lucretia (1750-1848), también astrónoma, todos los objetos con telescopios de 30 y 48 cm. Herschel concluyó que la mayoría de las nebulosas podrían ser resueltas en estrellas individuales. Intentó ampliar la lista de Messier y con sus telescopios descubrió unas 2.000 nuevas nebulosas en siete años.

En 1781, William Herschel también descubrió un nuevo planeta, Urano. La noticia llamó la atención del rey Jorge III de Inglaterra, quien empleó a William como su astrónomo privado. Éste fue nombrado caballero en 1816, mientras que Caroline recibió en 1828 la Medalla de Oro de la *Royal Astronomical Society* también por sus contribuciones astronómicas.

William Herschel publicó su *Catalogue of one thousand new nebulae and clusters of stars* (Catálogo de mil nuevas nebulosas y cúmulos de estrellas) en las *Philosophical Transactions of the Royal Society*, Vol. 76, de 1786. Tres años después publicó el *Catalogue of a second thousand of new nebulae and clusters of stars* (Catálogo de

las segundas mil nuevas nebulosas y cúmulos de estrellas), con algunos apuntes introductorios sobre la construcción de los cielos. En 1802 produjo su catálogo final de 500 nuevas nebulosas y cúmulos. Su hijo John Herschel (1792-1871), como veremos en el siguiente capítulo, también fue un conocido compilador de catálogos. Carolina, por su parte, tras morir su hermano, preparó un catálogo de 2.500 nebulosas y cúmulos de estrellas.

Otro de las aportaciones de William Herschel a la astronomía fue, como veremos, la explicación de la apariencia de la Vía Láctea como nuestra visión de una galaxia vista desde dentro.

Las nebulosas planetarias

Las nebulosas pueden ser de varios tipos: de emisión⁶⁴, de reflexión⁶⁵ y de absorción⁶⁶. En un artículo publicado en 1785, William Herschel clasificó aparte un tipo de nebulosas que le parecían observacionalmente distintas del resto. Él las llamó *nebulosas planetarias* porque vagamente recordaban el disco verdoso de un planeta. Como apuntan expertos del IAC, "aun cuando no son en absoluto planetas, las nebulosas planetarias se interpretaron, también de forma errónea, como objetos gaseosos jóvenes y de forma esférica que se encontraban en proceso de condensación para dar lugar a una estrella."⁶⁷

En un artículo publicado en la revista *Mundo Científico* encontramos la historia de este desacertado término:

Cuando la astrofísica hacía sus primeros balbuceos y las observaciones se hacían visualmente, detrás de un anteojo, estos objetos fascinaron a los astrónomos por su aspecto espectacular: un disco difuso, verdoso, perfectamente simétrico, que evocaba un planeta. La denominación de *nebulosa planetaria* era una descripción de esta visión.

Si, a posteriori, el término *nebulosa* ha demostrado que fue perfectamente elegido, el calificativo de *planetaria* forma parte de las anomalías de la nomenclatura astronómica, lo mismo que los *pulsars*, que, en realidad, no pulsan, o las *novae*, que están muy lejos de ser estrellas nuevas. Hay que decir también que, durante mucho tiempo, todo astro que no aparecía como un punto, como una estrella, era clasificado según su forma aparente. Así, el primer catálogo de objetos extensos, o *nebulosas*, establecido por Messier en 1784, contiene desordenadamente objetos de naturaleza muy diversa. Sólo cuando empezó a desarrollarse la espectroscopia astronómica, señalando el verdadero punto de partida de la astrofísica, se comprendió la distinción fundamental que hay entre galaxias y otras asociaciones de estrellas por una parte, y las nebulosas gaseosas por otra. A estas últimas se les ha reservado hoy el término de *nebulosas*. Mientras que los espectros de las primeras se parecen a los de

las estrellas, las segundas radian esencialmente a determinadas longitudes de onda muy especiales, dando lugar a espectros formados únicamente por *rayas de emisión* características de los elementos químicos presentes en el gas.

Entre estas nebulosas gaseosas, fueron calificadas de *planetarias* las que presentaban un aspecto simétrico con una estrella en su centro. Ahora que nuestros conocimientos están más avanzados, este criterio morfológico ha quedado sustituido por un criterio mucho más profundo que se refiere a la naturaleza misma de estos astros. En efecto, al transcurrir el tiempo, se ha comprendido cada vez más claramente que ciertas estrellas eyectan, hacia el fin de su vida, una envoltura gaseosa que se extiende poco a poco y va diluyéndose, hasta confundirse con el medio interestelar, mientras la estrella, denominada a veces *núcleo* en este contexto, prosigue su evolución hasta llegar a lo que los astrónomos llaman de manera imaginaria un estado de *cadáver de estrella*, en este caso preciso una *enana blanca*.⁶⁸

Ahora sabemos, como señala el astrónomo Stuart R. Pottasch⁶⁹, en su libro *Planetary Nebulae*, que la naturaleza de estos objetos, primeramente agrupados juntos como nebulosas, realmente es muy variada y motivo de controversia⁷⁰. En cualquier caso, no se trata de un objeto joven sino de la fase última de una estrella.

El *nebulium*

El primer astrónomo en examinar una nebulosa planetaria con un espectroscopio fue William Huggins (1824-1910). En 1865, Huggins encontró en el espectro de la nebulosa NGC 6543, en la constelación del *Dragón*, unas misteriosas líneas que supuestamente se debían a un nuevo elemento químico, el *nebulium*⁷¹. “Ésta no era la primera vez -señala Pottasch- que se nombraba a un elemento de este modo. Una línea no identificada observada en la cromosfera solar en el eclipse de 1859 fue atribuida al entonces desconocido elemento *helium*, mientras que una línea encontrada en la corona solar en un eclipse diez años después lo fue al elemento *coronium*”⁷². *Helium* fue identificado en el laboratorio en 1895. Los otros dos nuevos elementos sólo fueron identificados mucho más tarde: *nebulium* en 1927 [OIII] y *coronium* en 1939 [FeXIV].

Los espectros de nebulosas planetarias presentan, en efecto, líneas de emisión muy intensas, jamás observadas en el laboratorio y que en principio fueron atribuidas al hipotético *nebulium*. “Pero en la tabla de Mendeleev -explica la astrónoma del Observatorio de París-Meudon Grazyna Stasinska-, en la que están clasificados todos los elementos químicos, no hay lugar para el *nebulium*. Se pensó entonces que aquellas rayas debían proceder de un elemento conocido, pero que se producían en condiciones poco frecuentes”.⁷³

En 1927 se sugirió que la razón de que tales rayas no fueran visibles en las atmósferas de las estrellas o en el laboratorio era que su emisión quedaba inhibida por las mayores densidades que presentaban, dando lugar a frecuentes colisiones entre electrones e iones. “Estas colisiones -señala Stasinska- devolvían a su estado fundamental a los iones previamente excitados antes de que tuvieran tiempo de *desexcitarse* por la emisión de un fotón”⁷⁴. Esta hipótesis se confirmó en 1928 al demostrarse que las rayas de 5.000 angströms (responsables del aspecto verdoso de las nebulosas) se deben, en realidad, a transiciones especiales del oxígeno ionizado dos veces. Estas transiciones se calificaron de *prohibidas*, porque no se producen en condiciones habituales.

3.5. Las Nubes de Magallanes

Explorando el Cielo Austral es un libro de bellas ilustraciones sobre el cielo del Hemisferio Sur. En la Introducción se habla de la estrecha relación que siempre ha existido entre fotografía y astronomía (el propio término *fotografía* fue propuesto por el astrónomo inglés John Herschel (1792-1871))⁷⁵. En el prólogo a la versión española de este libro, a cargo del Prof. Francisco Sánchez, director del IAC, se recoge como comentario al título:

Cuando hace cinco siglos portugueses y españoles, rompiendo aterradores miedos, abrieron las rutas del sur a la navegación, iban explorando a la vez los mares y los cielos del sur. Conocer las estrellas era su mejor garantía de poder volver a casa. Iban dando nombres a las islas y a las costas que encontraban y, también, a las nuevas estrellas y constelaciones que veían. Es emocionante que nuestras galaxias compañeras tengan el nombre de *Nubes de Magallanes*.⁷⁶

Las *Nubes de Magallanes* son dos pequeñas galaxias irregulares, formadas por estrellas jóvenes. Dada su proximidad se consideran satélites de la nuestra (la *Vía Láctea*) y son visibles a simple vista desde el Hemisferio austral, cerca del polo sur celeste⁷⁷.

Se las llama *nubes*, por su parecido con las nubes blanquecinas y difusas del cielo nocturno, y *de Magallanes*, por haber sido la tripulación del navegante portugués Fernando de Magallanes (1480-1521) la que dio cuenta de ellas por vez primera, al regreso de su vuelta al mundo, en el siglo XVI.⁷⁸

Al margen de esta atribución que recogen la mayoría de los diccionarios o glosarios astronómicos, según el explorador y científico alemán Alexander von Humboldt (1769-1859) en su obra *Kosmos*, las dos *Nubes de Magallanes* probablemente ya eran conocidas anteriormente, primero por los portugueses, y mucho más tarde por los navegantes holandeses y daneses, como las *Nubes del Cabo (Cape-Clouds)*⁷⁹, refiriéndose al Cabo de Buena Esperanza, de cuando se seguía la ruta de África.

Dice Humboldt con relación al término *Nubes de Magallanes* que este nombre, relacionado con el viaje de circunnavegación de Magallanes no fue su primera designación:

... como lo prueba la mención y descripción expresa que hacen de estas luminosas nubes El Florentino, Andrea Corsali, en su viaje a Cochín, y Pedro Mártir de Anghiera, Secretario de Fernando de Aragón, en su obra *De Rebus Oceanicis et Orbe Novo* ... Ambas crónicas pertenecen al año 1515, mientras que Pigafetta, que acompañó a Magallanes, no menciona la *nebbiette* en el diario del viaje anterior a enero de 1521, cuando la nave Victoria se abrió camino desde el Estrecho de la Patagonia hasta el Océano del Pacífico Sur. El nombre más antiguo de *Nubes del Cabo* no se atribuye desde luego a la proximidad de la constelación de la *Montaña de la Mesa*, todavía más al Sur, que sólo fue introducida por Lacaille. El nombre puede referirse más probablemente a la auténtica *Montaña de la Mesa* y al fenómeno, que tanto atemorizaba a los marineros -el presagio de una tempestad- de una pequeña nube rodeando su cima. Actualmente vemos cómo las *nubeculae* (nubéculas) de los cielos australes fueron recibiendo paulatinamente nombres derivados de las correspondientes rutas comerciales a medida que éstas y la navegación se fueron extendiendo.⁸⁰

De modo que la importancia cada vez mayor de la ruta comercial alrededor de El Cabo, objeto de todos los viajes a lo largo de la costa oeste de África, hizo que los navegantes designasen a las dos nubes que se veían en los viajes con el nombre de *Nubes del Cabo*.⁸¹

La gran celebridad y larga duración del viaje de circunnavegación de Magallanes (desde agosto de 1519 hasta septiembre de 1522), y el tiempo durante el cual aquel numeroso grupo permaneció bajo los cielos del Sur, permitió olvidar las observaciones anteriores, y el nombre de *Nubes de Magallanes* se extendió entre las naciones marítimas del Mediterráneo.⁸²

Fernando de Magallanes no tendría hoy motivo de queja. Además de un telescopio (el *Magellan Telescope*, instalado en el Observatorio de las Campanas, en Chile) y de una sonda espacial (la *Magallanes*, lanzada desde el transbordador *Atlantis* en

mayo de 1989 para cartografiar la superficie de Venus), la frontera del fin de la tierra y los pingüinos que la habitan también llevan su nombre: el *Estrecho de Magallanes*, que separa la Patagonia de la Tierra del Fuego, y la especie *Spheniscus magellanicus*.

NOTAS

- ¹ KUNITZSCH, Paul, y SMART, Tim. *Short guide to modern star names and their derivations*. Otto Harrassowitz. Wiesbaden, 1986. Pág. 5.
- ² FERNÁNDEZ-RAÑADA, Antonio. *Los muchos rostros de la ciencia*. Premio Internacional de Ensayos Jovellanos 1995. Ediciones Nobel. Oviedo, 1995. Págs. 61-62.
- ³ *Ibidem*. Pág. 170. “Uno de los primeros telescopios, conocido por Galileo, fue construido en Barcelona por los hermanos Roget a finales del siglo XVI”.
- ⁴ *Ibidem*. Págs. 61-62.
- ⁵ ROSEN, Edward. *The naming of the Telescope*. Prólogo de Harlow Shapley. Henry Schuman. New York, 1947.
- ⁶ *Ibidem*. Págs. 3-6. Texto en inglés: “... invention which has so vastly increased man’s powers to explore the hidden structure of the universe”.
- ⁷ *Ibidem*. Texto en inglés: “But this term was open to the same objection as its Latin counterpart, *perspicillum*. For its plural form, *occhiali*, was the customary word for a pair of eye-glasses. Galileo sought to remedy this weakness or potential ambiguity in his favourite expression by calling a lens *vetro*, after the material (glass) from which it was made; while up north in Prague an associate of Kepler’s resorted to *occhiali doppii*, corresponding to Kepler’s *perspicillum duplicatum*”.
- ⁸ *Ibidem*. Texto en inglés: “In both Italian and Latin, it must be conceded, Galileo failed to suggest a distinctive name that could capture men’s fancy”.
- ⁹ *Ibidem*. Pág. 6.
- ¹⁰ El Duque de Urbino en la Italia oriental solía recibir informes regulares (*Avvisi*) de sucesos y cotilleos de Roma. *Ibidem*. Pág. 30.
- ¹¹ *Ibidem*. Pág. 31. Texto en inglés: “Galileo Galilei, the mathematician, arrived here from Florence before Easter. Formerly a professor at Padua, he is at present retained by the Grand Duque (of Tuscany) at a salary of 1,000 scudi. He has observed the motion of the stars with the *occhiali*, which he invented or rather improved. Against the opinion of all the ancient philosophers, he declares that there are four more stars or planets, which are satellites of Jupiter and which he calls the Medicean bodies, as well as two companions of Saturn. He has here discussed this opinion of his with Father Clavius, the Jesuit. Thursday evening, at Monsignor Malvasia’s estate outside the St. Pancratius gate, a high and open place, a banquet was given for him by [Frederick Cesi], the marquis of Monticelli and nephew of Cardinal Cesi, who was accompanied by his kinsman, Paul Monaldesco. In the gathering there were Galileo; a Fleming named Terrentius; Persio, of Cardinal Cesi’s retinue; [La] galla, professor at the university here; the Greek, who is Cardinal Gonzaga’s mathematician; Piffari, professor at Siena, and as many as eight others. Some of them went out expressly to perform this observation, and even though they stayed until one o’clock in the morning, they still did not reach and agreement in their views”.
- ¹² *Ibidem*. Pág. 30. Texto en inglés: “...Before dining, we viewed some sights in the heavens and on the earth, and held philosophical discussions. While the instrument was in use, Cesi repeated the name telescope many times. It pleased everybody so much and was so welcome that it subsequently spread through out the city and the world”.
- ¹³ *Ibidem*. Pág. 23. Cuenta Rosen que durante muchos años un pequeño grupo de los Linceos interesados en historia natural colaboró en un tratado que ilustraba la flora y la fauna de México. A este trabajo, Faber contribuyó con una larga sección sobre animales, en donde describe “el tubo óptico... que me complace llamar *microscopio*, tras el modelo de telescopio, porque permite una visión de las cosas pequeñas”. (Texto en inglés: “the optical tube ... which it has pleased me to call, after the model of telescope, a microscope, because it permits a view of minute things”).
- ¹⁴ *Ibidem*. Pág. 57. Texto en inglés: “to whose ingenious mind ... we owe the new name telescope, most appropriately bestowed on the *perspicillum*”.
- ¹⁵ *Ibidem*. Págs. 67-68.
- ¹⁶ *Ibidem*. Texto en inglés: “Unless we have seriously blundered, it was the Greek, John Demisiani of Cephalonia, a poet and theologian rather than a scientist, who fostered, if he did not initiate, the curious categorical imperative which ordains that modern scientific instruments shall bear ancient Greek names”.
- ¹⁷ KING, Henry C. *The history of the Telescope*. Dover Publications. New York, 1979 (e.o. 1955). Pág. 38.
- ¹⁸ DRAKE, Stillman. *Galileo at work. His scientific Biography*. The University Chicago Press. Chicago, 1978. Págs. 196-197.
- ¹⁹ *Ibidem*. Texto en inglés: “...Cesi had composed a little work he called *Celiscopio*, devoted principally to refutation of the supposed solid orbs in the heavens. It was written in the form of a letter to Porta, and Cesi was thinking of including it together with Porta’s reply in his proposed volume of Lincean correspondence. Giovanni Demisiani, who had coined the word telescope in 1611, proposed the title *Helioscopia* for that volume, but this suggestion was discarded when the new ‘Apelles’ letters arrived at Rome in October, the name *helioscope* having already been invented by the German”.
- ²⁰ En ROSEN, *op. cit.* Pág. 38. Texto en inglés: “the optical tube, which may without impropriety be called a *helioscopium*, at it is direct toward the sun”. Aunque según Rosen, Cesi escribió a Galileo el 29 de septiembre de 1612 diciéndole: “Creo que el trabajo podría titularse *Helioscopia*. He sugerido este título a Demisiani y a él le ha gustado mucho” (Texto en inglés: “I thought that the work might be entitled *Helioscopia*. I suggested this name to Demisiani, who liked it very much”).
- ²¹ *Ibidem*. Pág. 41. Texto en inglés: “I am certain that Apelles took his term *helioscope* from our telescope, through Lagalla’s book, which had arrived in that region, and through another book by Jerome Sirturi, who heard it from me here, both books having been listed in the catalogue of the fair this past Spring at Frankfurt”.
- ²² *The Oxford English Dictionary*. Oxford Carendon Press. Oxford, 1989. 2ª edición.
- ²³ ROSEN, *op. cit.* Pág. 39. Texto en inglés: “... and throughout the rest of the Sunspots he employed telescope virtually to the exclusion of all other terms”.
- ²⁴ ROOM, Adrian. *Dictionary of astronomical names*. Routledge. London, 1988. Pág. 17. Texto en inglés: “With the expansion of trade to the southern seas in the sixteenth to eighteenth centuries, and with the growth and development of round-the-world navigation, whether for exploration, discovery or territorial acquisition, new stars and constellations in the southern skies came into view for the first time. Clearly they would need names.”

- ²⁵ **MARTOS RUBIO, Alberto.** *Historia de las Constelaciones. Un ensayo sobre su origen.* Equipo Sirius. Madrid, 1992. Tomo IV. Pág. 623.
- ²⁶ En inglés, *Black Eye Galaxy*.
- ²⁷ **ROOM, op. cit.** Pág. 17. Texto en inglés: “*He called them after rare and colourful birds and beasts, with names translating as Peacock, Toucan, Crane, Chameleon, Flying Fish and Water Snake, for example. In a sense he was following the tradition of the ancients here, inasmuch as his names were those of creatures. But their exotic nature was specifically chosen for their southern location, making them both traditional and yet original*”.
- ²⁸ **LAUSTSEN, Svend, MADSEN, Claus, y WEST, Richard M.** *Explorando el cielo austral.* (Exploring the Southern Sky). Trad. por *Tribuna de Astronomía*/Ángel Gómez. Equipo Sirius. Madrid, 1988 (e.o. 1987). Pág. 3.
- ²⁹ En inglés, *Tarantula Nebula*.
- ³⁰ En inglés, *Large Magellanic Cloud (LMC)*.
- ³¹ **LEVY, David H.** *Observar el cielo* (Skywatching). Trad. por David Bargalló. Introd. de Robert Burnham. Editorial Planeta. Barcelona, 1995. Pág. 179.
- ³² **MARTOS RUBIO, op. cit.** Tomo IV. Pág. 632.
- ³³ En inglés, *Small Magellanic Cloud (SMC)*.
- ³⁴ **LEVY, op. cit.** Pág. 158.
- ³⁵ **MARTOS RUBIO, op. cit.** Tomo IV. Pág. 638.
- ³⁶ *Ibidem*.
- ³⁷ Aparece en las banderas de varios países.
- ³⁸ **MARTOS RUBIO, op. cit.** Tomo IV. Págs. 626-627.
- ³⁹ *Ibidem*. Pág. 641.
- ⁴⁰ En inglés, *Coalsack Nebula*.
- ⁴¹ **MARTOS RUBIO, op. cit.** Tomo IV. Pág. 624.
- ⁴² *Ibidem*. Pág. 212.
- ⁴³ En inglés, *Rosette Nebula*.
- ⁴⁴ En inglés, *Christmas Tree Cluster*.
- ⁴⁵ En inglés, *Cone Nebula*.
- ⁴⁶ **MITTON, Jacqueline.** *A concise dictionary of Astronomy.* Oxford University Press. Oxford, 1991.
- ⁴⁷ En inglés, *Whirlpool galaxy*.
- ⁴⁸ Los *BL Lac* son objetos extragalácticos muy compactos y violentamente variables que recuerdan a los *cuásares*, pero a los que les faltan líneas tanto de absorción como de emisión en sus espectros.
- ⁴⁹ En inglés, *Intergalactic Tramp*.
- ⁵⁰ En inglés, *Bear-Paw Galaxy*.
- ⁵¹ En inglés, *Wild Duck Cluster*.
- ⁵² Este asunto de la publicación no autorizada de la obra de Flamsteed es muy controvertido. Para más información véase *Preface to John Flamsteed's Historia Coelestis Britannica*, en *Maritime Monographs and Reports*. N. 52. National Maritime Museum, 1985.
- ⁵³ **STOTT, Carole, y TWIST, Clint.** *Miniguía El Espacio.* Editorial Molino. Barcelona, octubre de 1995.
- ⁵⁴ **MARTOS RUBIO, op. cit.** Tomo I. Pág. 62.
- ⁵⁵ *Ibidem*. Lámina sin numeración.
- ⁵⁶ **PELLEQUER, Bernard.** *Guía del Cielo. (Petit guide du ciel).* Trad. por Carlos Solís Santos con el asesoramiento de *Tribuna de Astronomía*. Alianza Editorial. Madrid, 1991. Pág. 82.
- ⁵⁷ **MARTOS RUBIO, op. cit.** Tomo IV. Pág. 644.
- ⁵⁸ **LEVY, op. cit.** Pág. 216.
- ⁵⁹ **MARTOS RUBIO, op. cit.** Tomo IV. Lámina VIII. (Original cortesía de los Drs. Waltraut Seitter y Hilmar Dürbeck)
- ⁶⁰ *The Oxford English Dictionary. op. cit.* “Nebulous stars, being such as only appear faintly, in clusters, in the form of little lucid nebulae or clouds”, por Lovell, en *Chambers Cycl. su.* 1727-38, en 1661.
- ⁶¹ **SAWYER HOGG, Helen.** “Catalogues of Nebulous Objects in the 18th Century” en *Out of old books*. David Dunlap Observatory, 1974. Vol. 40, 1946-Vol. 60, 1966. Págs. 265-273. Serie de artículos sobre astronomía histórica que aparecieron en *The Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*.
- ⁶² **LAMBERTI, Corrado.** *Ciencia y Tecnología. Diccionario enciclopédico español-inglés. Astronomía.* Trad. De Rafael Pérez. Supervisión técnica: *Tribuna de Astronomía*. Grupo Editorial Jackson. Madrid, marzo 1986. 1^a edición. (e.o. 1987).
- ⁶³ **MALLAS, John H., y KREIMER, Evered.** *The Messier Album. An Observer's handbook.* Cambridge University Press & Sky Publishing Corporation. Cambridge, 1979, 1^a edición. Pág. 15.
- ⁶⁴ Nube de gas y polvo que emite luz roja (color debido al hidrógeno) al calentarse por la radiación de una estrella joven y caliente que se encuentra próxima. Ejemplo: la *Nebulosa de Orión*.
- ⁶⁵ Nube que brilla con luz reflejada procedente de una estrella. La luz es azul al ser dispersada por las partículas de polvo de la nebulosa. Ejemplo: la nebulosa *NGC 1554/5*, producida por la estrella *T-Tauri*.
- ⁶⁶ Nube fría de gas y polvo que es visible porque bloquea la luz de estrellas más lejanas. También se las conoce como *nebulosas oscuras*. Ejemplo: la *Nebulosa de la Cabeza del Caballo*.
- ⁶⁷ **MANCHADO, Arturo, GUERRERO, Martín A., STANGHELLINI, Letizia, y SERRA-RICART, Miquel.** *The IAC Morphological Catalog of Northern Galactic Planetary Nebulae.* Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Tenerife, 1996. Pág. XIX.
- ⁶⁸ **STASINSKA, Grazyna.** “Las nebulosas planetarias” en *Mundo Científico*. N. 52. Noviembre de 1985. Págs. 1106-1113.
- ⁶⁹ **POTTASCH, Stuart R.** *Planetary Nebulae. A Study of Late Stages of Stellar Evolution.* D. Reidel Publishing Company. The Netherlands. Astrophysics and Space Science Library, Vol. 107, 1984. Págs. 1-6
- ⁷⁰ Tipos de nebulosas planetarias de interés reciente y gran atractivo son las nebulosas *bipolares*, en las que un anillo de materia confina en dos conos la radiación de la estrella que excita el gas de la nebulosa y la hace visible, y las nebulosas *cuadripolares*, término acuñado

por investigadores del IAC para referirse a las nebulosas planetarias que presentan dos pares de lóbulos simétricos respecto a dos ejes diferentes.

⁷¹ La referencia que recoge el Diccionario de Oxford sobre la primera aparición escrita del término *nebulium* data de 1898, por sir W. Grookes, en *Addr. Brit. Ass.*

⁷² **POTTASCH**, *op.cit.* Págs. 5-7. Texto en inglés: “*This was not the first new element named in this way. An unidentified line observed in the solar chromosphere at the eclipse of 1859 was ascribed to the then unknown element helium, while a line found in the solar corona at an eclipse ten years later was ascribed to the element coronium. Helium provided the smallest problem: the element was identified in the laboratory in 1895. The other two ‘new elements’ were identified only much later: nebulium in 1927 ((OIII)) and coronium in 1939 ((FeXIV))*”:

⁷³ **STASINSKA**, *art. cit.*.

⁷⁴ *Ibidem.*

⁷⁵ **LAUSTSEN, MADSEN y WEST**. *op. cit.* Prólogo, Pág. V.

⁷⁶ *Ibidem.* Introducción, Pág. 1.

⁷⁷ La *Gran Nube de Magallanes*, con un diámetro de unos 10.000 parsecs (40.000 años luz), es la más cercana (a unos 160.000 años luz de distancia) y la más masiva (10.000 millones de masas solares); se encuentra en la constelación de la *Dorada*. La *Pequeña Nube de Magallanes*, con un diámetro de unos 6.000 parsecs (unos 20.000 años luz), está situada a 190.000 años luz de nosotros y tiene una masa de 2.000 millones de masas solares; se encuentra en la constelación del *Tucán*.

⁷⁸ De las dos Nubes de Magallanes arranca un *punte* (llamado *Magellanic Stream*) de hidrógeno frío que se dirige hacia la Vía Láctea y que, probablemente constituye el resultado del remolino de marea de nuestra galaxia sobre las dos Nubes de Magallanes producidos tal vez como consecuencia de un encuentro cercano de los tres sistemas en un pasado lejano. **LAMBERTI**, *op. cit.* Págs. 153-154.

⁷⁹ **SAWYER HOGG, Helen**. “Von Humboldt’s account of the Magellanic Clouds” en *Out of old books. op. cit.* Págs. 357-359.

⁸⁰ *Ibidem.* Pág. 357-359. Texto en inglés: “... that the name which refers to Magellan’s voyage of circumnavigation was not their earliest designation is proved by the express mention and description of these luminous clouds by the Florentine, Andrea Corsali, in his voyage to Cochin, and by Petrus Martyr de Anghiera, Secretary to Ferdinand of Arragon, in his work *de Rebus Oceanicis et Orbe Novo* (...). Both these notices belong to the year 1515, whereas Pigafetta, who accompanied Magellan, does not mention the nebbiette in the journal of the voyage previous to January 1521, when the ship *Victoria* made her way from the Patagonian Strait into the South Pacific Ocean. The older name of Cape-Clouds is certainly not be attributed to the proximity of the still more southern constellation of the Table-Mountain, which was itself only introduced by Lacaille. The name may more probably refer to the real Table-Mountain, and to the phenomenon, long dreaded by seamen as portending tempest, of a small cloud resting on its summit. We shall see presently that the nebulæ of the southern heavens, after having long been noticed but without receiving any name, as navigation extended and commercial routes became more frequented, gradually obtains names derived from those routes”. Antonio Pigafetta fue el sobresaliente de la nao *Trinidad* y el cronista del viaje de Magallanes. La constelación de *Montaña de la Mesa* también es conocida sólo como *Mesa* o, en latín, *Mensa*. Es una pequeña constelación del cielo austral, cercana al Polo Sur, que contiene parte de la *Gran Nube de Magallanes* y estrellas poco luminosas.

⁸¹ *Ibidem.*

⁸² *Ibidem.*

4. PERÍODO MODERNO (desde el año 1800)

El *Espejo de Urania* era un juego de cartas de 1825 que representaba todas las constelaciones. Por entonces ya se habían identificado y bautizado las 88 que la *Unión Astronómica Internacional* aprobó ya en el siglo XX, como veremos en el presente capítulo. Los nombres de las estrellas son, en este período¹, objeto de nuevos estudios filológicos e históricos que ponen de manifiesto errores heredados del pasado en cuanto a traducción, derivaciones y significados, así como evolución en la pronunciación. Un ejemplo de ellos fue la estrella *Betelgeuse*, ya apuntado en un capítulo anterior.

También en este período surgen términos procedentes de otras culturas que sólo ahora pueden ser traducidos. Pero la mayoría de los nuevos objetos astronómicos -no estelares en su mayoría- ya no llevan nombres, sino sólo designaciones originadas en algún catálogo. Junto al *Catálogo Messier* (objetos designados con la letra M y un número), del siglo XVIII, que sigue vigente en la actualidad, surgen otros catálogos (más de 400 pueden encontrarse en Internet²), como el *New General Catalogue* de Dreyer (objetos designados con las letras NGC y su número de catálogo) y sus Suplementos *Index Catalogue* (precedidos de las letras IC) de los que hablaremos a continuación, pues con ellos se cubre todo el cielo.

4.1. Estudios filológicos

En este período aparecen nuevos estudios filológicos relacionados con la nomenclatura astronómica. El astrónomo e historiador alemán Christian Ludwig Ideler (1766-1846) publicó en 1809 su obra *Untersuchungen über den Ursprung und die Bedeutung der Sternnamen* (Investigaciones sobre el origen y el significado de los nombres de las estrellas), una explicación histórica de nombres de estrellas basados en fuentes árabes. Si bien su estudio filológico no fue del todo correcto, su libro se convirtió, como apuntan Kunitzsch y Smart³, en la fuente básica para los estudios de

nombres de estrellas, especialmente de nombres árabes, durante los siguientes 150 años.

Richard Hinckley Allen, en su obra *Star Names. Their Lore and Meaning*, se basó en los trabajos de Ideler, en lo concerniente a términos árabes, para su estudio de los nombres de estrellas en lengua inglesa (de nuevo, según Kunitzsch y Smart, se añadieron errores).

En 1959, Paul Kunitzsch, en Alemania, publicó una nueva investigación sobre los nombres de estrellas árabes, siguiendo cada uno de ellos hacia atrás en el tiempo hasta su origen. Realizó un examen académico de las diferentes formas lingüísticas que se conocen de los nombres astronómicos a lo largo de los siglos en distintos idiomas y dialectos, estudiando las diferentes versiones de nombres y formas de su escritura y citando, además, el original en griego, árabe, latín, hebreo, etc.

Pero en cuanto a los términos modernos del siglo XX, Kunitzsch y Smart señalan que la mayoría no han sido investigados tan profundamente como los más antiguos. "Esto es principalmente -explican- porque no ha sido posible encontrar dónde, por qué y por quién fueron introducidos por primera vez, dado el vasto volumen de literatura moderna"⁴, lo cual ya es factible con las nuevas bases de datos bibliográficos. En la Tercera Parte de nuestra investigación intentaremos cubrir precisamente algunas de estas lagunas etimológicas sobre términos astronómicos acuñados en el siglo XX. También señalemos que, por su parte, la tercera edición del Diccionario de Oxford, actualmente en elaboración, será el diccionario más completo en cuanto al tratamiento de la terminología astronómica en inglés.

4.2. Catálogos actuales de objetos astronómicos

La elaboración de mapas y catálogos astronómicos se remonta, como vimos en los primeros capítulos de esta Segunda Parte, a épocas en que se recogía el nombre y la posición de las estrellas más brillantes que eran observables a simple vista. Con los telescopios y a medida que los astrónomos los perfeccionaban, permitiendo la detección de objetos cada vez más débiles, el número de estrellas identificadas fue aumentando considerablemente: los catálogos modernos indican las posiciones de estrellas de hasta magnitud 22, como el *Digital Sky Survey*. Lo mismo sucedió con los

objetos extensos (nebulosas, galaxias y otras fuentes de radiación electromagnética). Con el proyecto *Prospección Digital del Cielo Sloan*, cuyo telescopio vio la primera luz el 8 de junio de 1998, se pretende hacer un censo de 200 millones de objetos.

4.2.1. Los catálogos de John Herschel

El primer catálogo de sir John Herschel (1792-1871), hijo de William Herschel, fue publicado en 1833, en el volumen 123 de las *Philosophical Transactions*. En él se recogían observaciones de 2.307 nebulosas y cúmulos de estrellas hechas con un reflector de 20 pies (18 pulgadas) entre los años 1825 y 1833. Posteriormente, Herschel viajó al Hemisferio Sur para completar el trabajo y en 1847 publicó su catálogo *Resultados de observaciones en el Cabo de Buena Esperanza*. En 1864, combinó todos los datos existentes sobre nebulosas y cúmulos -un total de 5.079 objetos- en su conocido *General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars* (Catálogo General de Nebulosas y Cúmulos de Estrellas), publicado en las *Philosophical Transactions*, Vol.154.

4.2.2. El Nuevo Catálogo General (NGC) de Dreyer

NGC es la abreviatura de *New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars* (Nuevo Catálogo General de Nebulosas y Cúmulos de Estrellas), un catálogo de objetos no estelares compilado por el astrónomo danés Johan Ludvig Emil Dreyer (1852-1926), del Observatorio de Armagh (Irlanda), y publicado en 1888, con suplementos en 1895 y 1908. Se basa en el catálogo de 1864 de John Herschel (de ahí el título). En el trabajo original se listan 7.840 objetos entre nebulosas, cúmulos y galaxias (éstas últimas aún no identificadas como tales, aunque sí se dividían en *nebulosas verdes*, ahora *nebulosas solo*, y *nebulosas blancas*, que luego fueron las *galaxias* propiamente). Cada objeto se designa con las letras NGC seguidas del número de orden en este catálogo.

El Index Catalogue (IC)

Posteriormente fueron catalogados 1.529 objetos más en un suplemento que apareció en 1895, llamado *Index Catalogue (IC)*. El *Second Index Catalogue* de 1908 extendía la lista a 5.386 objetos. Conjuntamente, los números NGC e IC cubren todo

el cielo y, hoy en día, son ampliamente usados para identificar objetos astronómicos no estelares.

Algunos de los objetos más brillantes también aparecen en el catálogo *Messier*. De ahí que, como hemos podido comprobar en capítulos anteriores, muchas veces un objeto sea conocido por dos identificaciones diferentes. Por ejemplo: la *nebulosa de Orión* es *M42* ó *NGC 1976*; la galaxia *Andrómeda* es *M31* ó *NGC 224*, ...

4.2.3. La *Bonner Durchmusterung (BD)* de Argelander

El astrónomo prusiano Friedrich Wilhelm August Argelander (1799-1875) publicó en Bonn, entre 1859 y 1862, un catálogo general que contenía 325.037 estrellas del Hemisferio Norte, observadas con el telescopio de 78 mm de Bonn. El catálogo de estrellas se identifica con el prefijo *BD*, de *Bonner Durchmusterung* (Catálogo/Survey de Bonn), y sus coordenadas (declinación y ascensión recta). Por ejemplo: *BD +52 1638*.

Este catálogo original fue ampliado en 1886 por el astrónomo alemán Eduard Schönfeld (1828-91), quien añadió 134.834 estrellas más a las de Argelander, observadas esta vez con un telescopio de 159 mm. Este catálogo se identifica con el prefijo *SD*, de *Southern Durchmusterung* (Catálogo del Sur).

Ante la necesidad de determinar las coordenadas precisas de la mayor parte de las estrellas, en 1867 Argelander presentó un proyecto de ampliación a la *Astronomische Gesellschaft*, sociedad astronómica alemana de carácter internacional fundada en Heidelberg en 1863. Al cabo de largos años de actividad se completó el conjunto de catálogos, que toma el nombre de esta sociedad (en siglas, *AG*, *AGC* o *AGK*), editada por los 18 observatorios de las diferentes naciones que participaron en el trabajo y que contienen las estrellas del *Bonner Durchmusterung* hasta la novena magnitud.

La *Córdoba Durchmusterung (CD)*

Un trabajo similar a la *Bonner Durchmusterung* se hizo de 1892 a 1932 para las regiones polares del Sur desde el Observatorio de Córdoba, en Argentina, por J.M. Thome (1843-1908) y sus colaboradores. Este catálogo, conocido por las iniciales CD (*Córdoba Durchmusterung*), contiene 613.959 estrellas, más brillantes que la décima magnitud y declinaciones entre -22 y -89 grados.

La Cape Photographic Durchmusterung (CPD)

El *Cape Photographic Durchmusterung (CPD)* es un catálogo general de estrellas del Hemisferio Sur compilado por el astrónomo holandés Jacobus Cornelius Kapteyn (1851-1922) a partir de las placas fotográficas producidas por sir David Gill (1843-1914) en Ciudad del Cabo. Fue publicado entre 1896 y 1900 y lista las posiciones y magnitudes de 455.000 estrellas, más brillantes que la décima magnitud y declinaciones entre -19 y -90 grados.

4.2.4. El Catálogo de Henry Draper (HD)

Gracias a los fondos donados por la viuda del astrónomo Henry Draper (1837-82), el Observatorio del Harvard College, de Estados Unidos, compiló un famoso catálogo de estrellas. Bajo la dirección de Edward C. Pickering (1846-1919), Annie J. Cannon (1863-1941) clasificó, entre 1911 y 1915, más de 225.300 estrellas en este catálogo conocido como *Henry Draper Catalogue (HD)* (Catálogo de Henry Draper). Sus nueve volúmenes fueron publicados como parte de los anuarios de Harvard (*Harvard Annals*) entre 1918 y 1924. El sistema de clasificación espectral de Harvard adoptó la secuencia de clases aún en uso: O, B, A, F, G, K y M, orden aparentemente aleatorio que procedía de un trabajo anterior que sí siguió un orden alfabético⁵. La *Henry Draper Extension (HDE)* (Extensión de Henry Draper) 1925-1936 añadió a la lista 133.700 estrellas más⁶.

4.2.5. Las placas de Monte Palomar

Con la llegada de los telescopios de gran tamaño, la observación de estrellas y galaxias se amplió a objetos cada vez más débiles, hasta el punto de que la única forma de catalogar el creciente número de objetos que se iba detectando era recogerlos en placas fotográficas. La elaboración de estos mapas fotográficos del cielo culminó en el gran estudio del cielo realizado con la cámara *Schmidt* de 1,2 metros del Observatorio de Monte Palomar (*Palomar Sky Survey*, *PSS* ó *POSS*), y que ha servido de guía a los astrónomos usuarios de grandes telescopios hasta hace no muchos años. El *Palomar Sky Survey* consta, en su forma original, de 1.870 placas fotográficas de 36 cm² distribuidas por pares, con películas sensibles al rojo y al azul. A este estudio, que abarca fundamentalmente el cielo del Hemisferio Norte, le han seguido otros como el realizado del Hemisferio Sur -el *Southern Sky Survey*-, por ESO, desde Chile, y desde Australia.

4.2.6. Otros catálogos

“Parece que cuanto más débil es una estrella, menos interesante resulta su nombre. Por ejemplo, cerca de Zuben El Genubi en Libra está 5 Librae de Flamsteed, que se puede ver con prismáticos, y la SAO 158846 del Observatorio Astrofísico Smithsonian, una estrella de magnitud 9,2 demasiado débil para ser vista sin telescopio”⁷. Con este ejemplo, Levy llama la atención sobre las tendencias *astronómicas* actuales que ya apuntamos al comienzo de esta Tercera Parte. Hoy existen más de 400 catálogos y atlas especiales publicados por observatorios o sociedades astronómicas, en las que los objetos -ya sean estrellas, galaxias u otras fuentes- suelen identificarse con números y letras, pero no queda más remedio dada la gran cantidad de estos objetos.

El *Boss General Catalogue (GC)* es un catálogo de más de 30.000 estrellas elaborado en 1910 por el astrónomo estadounidense Lewis Boss (1846-1912), de ahí su nombre, y completado en 1937 por su hijo Benjamín Boss.

El mencionado catálogo SAO, siglas del Observatorio Astrofísico Smithsonian de Washington, fue publicado en 1966 por este observatorio y contiene unas 259.000 estrellas.

Un porcentaje muy alto de las estrellas de nuestra galaxia no aparecen aisladas, sino que forman parte de sistemas binarios. El primer catálogo de estrellas dobles fue confeccionado en 1820 por el astrónomo ruso nacido en Dinamarca Friedrich Georg Wilhelm von Struve (1793-1864): *Catalogus novus generalis stellarum duplicium et multiplicium* (Nuevo Catálogo General de Estrellas Dobles y Múltiples), que contiene 3.112 binarias, de las cuales el 75% eran desconocidas. El ADS es un catálogo de unas 17.000 estrellas dobles, realizado por el astrónomo americano Robert Grant Aitken (1864-1951).

A finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, los astrónomos comenzaron a examinar el aspecto morfológico de los objetos astrofísicos no estelares, también llamados extensos. En 1918 se publicó, en el boletín del Observatorio de Lick, en Estados Unidos, el primer catálogo de nebulosas planetarias elaborado por el astrónomo estadounidense Herber Doust Curtis (1872-1942), con las fotografías de 56 nebulosas. En 1919, Edward Emerson Barnard (1857-1923) publicó un catálogo de 182 nebulosas oscuras, que se amplió hasta sumar 349 cuando este astrónomo murió⁸. Estas nebulosas se designan con la letra "B" más un número. Por ejemplo, la *nebulosa de la Cabeza del Caballo* es B33.

En radioastronomía, la lista de las radiogalaxias y de los cuásares se encuentra en catálogos como el de Cambridge: 3C 273 es, como veremos, la fuente número 273 del tercer catálogo de fuentes de radio elaborado por radioastrónomos de la Universidad de Cambridge.

Los últimos catálogos se han confeccionado a partir de las observaciones realizadas con telescopios espaciales, como el catálogo de fuentes infrarrojas del satélite *IRAS* o los satélites en otros rangos del espectro.

En 1996, el IAC editó un catálogo morfológico de nebulosas planetarias del Hemisferio Norte (*The IAC Morphological Catalog of Northern Galactic Planetary Nebulae*), compilado por investigadores de este centro y de la Universidad de Bolonia (Italia). Este catálogo contiene 589 imágenes de 243 objetos diferentes que fueron obtenidas con dos telescopios de los Observatorios de Canarias.

4.2.7. Bases de datos en la era Internet

“En la última década, el almacenamiento de información astronómica en bases de datos ha ido adquiriendo cada vez más importancia en la investigación astrofísica. Combinando las bases de datos con las posibilidades de conexión a red que ofrece Internet, los estudiantes de postgrado actuales [y los astrónomos aficionados] pueden aprovechar las observaciones existentes de un gran número de telescopios y satélites sin tener que moverse del despacho”. Así introducían los organizadores de la *IX Canary Islands Winter School of Astrophysics*, celebrada en Tenerife en 1997 y que llevaba por título “Astrofísica con grandes bases de datos en la era Internet”, el especial que sobre ella se publicó en *IAC Noticias*.

En esta Escuela, expertos en los cuatro principales rangos del espectro electromagnético (óptico, infrarrojo, radio y rayos X) explicaron a los alumnos cómo las bases de datos y los cartografiados (*surveys*?, en inglés) pueden contribuir a nuestro conocimiento del Universo. Su actuación se completaba con la intervención de cuatro jóvenes profesores con experiencia en la elaboración de modernas bases de datos.

También, con el fin de analizar el estado actual del mantenimiento, suministro y conservación de información astronómica, tuvo lugar en Tenerife, del 21 al 24 de abril de 1998, la “III Conferencia Internacional sobre Bibliotecas y Servicios de Información en Astronomía” (LISA III), organizada por el Instituto de Astrofísica de Canarias con el apoyo de la Unión Europea.

La mayoría de los catálogos y bases de datos empiezan a estar disponibles en Internet. Algunas revistas especializadas, como *Astronomy and Astrophysics (A&A)* y *Astrophysical Journal (ApJ)*, ya presentan sus artículos en formato electrónico.

Asimismo, en relación con la “Nomenclatura Astronómica”, debemos dar unas referencias clave, a la mayoría de las cuales se puede acceder electrónicamente¹⁰:

- **LORTET, M.-C., BORDE, S., OCHSENBEIN, F.** “The Second Reference Dictionary of the Nomenclature of Celestial Objects”, en *Astronomy & Astrophysics Supplement Series*, 107, 193-218, Octubre de 1994.
- **FERNÁNDEZ, A., LORTET, M.C. y SPITE, F.** “First Dictionary of Astronomical Nomenclature”, en *Astronomy & Astrophysics Supplement Series*, Vol. 52. 1983

- **Publication Speciale du C.D.S. #24** Volumes I and II. Observatoire Astronomique de Strasbourg.
- **LORTET, M.-C., SPITE, F.** “First Supplement to the First Dictionary of the Nomenclature of Celestial Objects”, en *Astronomy & Astrophysics Supplement Series*, Vol. 64. Pág. 329. 1986.
- **DICKEL, H.R., LORTET, M.-C., DE BOER, K.S.** “Designation and Nomenclature for Diffuse Radiating Sources”, en *Astronomy & Astrophysics Supplement Series*, Vol. 68. Págs. 75-80. Febrero de 1987.
- **JASCHEK, C.** *Data in Astronomy*. Cambridge University Press. Cambridge, 1988.
- **HECK, A., EGRET, D., Y OCHSENBEIN, F.** *StarWorlds*. Base de datos del CDS sobre astronomía, ciencias espaciales y organizaciones mundiales relacionadas.
- **HECK, A., EGRET, D., Y OCHSENBEIN, F.** *StarBits*. Base de datos del CDS sobre abreviaturas, acrónimos, contracciones y símbolos en los campos de la astronomía, ciencias espaciales y organizaciones mundiales relacionadas.

4.3. La Unión Astronómica Internacional

La Unión Astronómica Internacional, conocida por sus siglas en inglés IAU (*International Astronomical Union*)¹¹, con 8.500 miembros de más de sesenta países¹², es el mayor foro científico de astronomía y la única autoridad reconocida para asignar nombres y denominaciones a los cuerpos celestes y a las particularidades topográficas de su superficie.

Según recoge el astrofísico Adriaan Blaauw¹³ en un libro sobre la historia de este organismo, la fecha oficial de su creación es el 28 de julio de 1919¹⁴, que tuvo lugar en el Palacio de las Academias de Bruselas durante la clausura de la *Asamblea Constitutiva del Consejo de Investigación Internacional*. También se crearon entonces la *Comisión de Tiempo Internacional*, con sede en París, y la *Oficina Central Internacional de Telegramas Astronómicos*, primero con sede en Copenhague y hoy en Cambridge (Massachusetts).

La misión de la IAU es promover y salvaguardar la ciencia de la astronomía en todos sus aspectos mediante la cooperación internacional. Actualmente, sus 11 *Divisiones Científicas*, a través de 40 *Comisiones* especializadas, organizan las actividades científicas y educativas de este organismo internacional. Su *Asamblea General* decide la política a largo plazo, que el *Comité Ejecutivo* lleva a cabo, mientras que las operaciones día a día son dirigidas por los miembros de la *Junta Directiva* de la IAU. El punto focal de sus actividades es la *Secretaría Permanente*, con sede en el Instituto de Astrofísica de París (Francia).

4.3.1. Nomenclatura oficial

La *Comisión 5* (Documentación y Datos Astronómicos) de la IAU es la responsable de hacer recomendaciones en la elección de las designaciones de los nuevos objetos celestes descubiertos al objeto de minimizar los problemas de confusión o solapamiento de designaciones en la literatura astronómica.

Para la designación de nuevos objetos en el Sistema Solar se han creado dos grupos de trabajo:

- El Grupo de Trabajo de Nomenclatura del Sistema Planetario (*The Working Group for Planetary System Nomenclature, WGPSN*), que asigna nombres a los nuevos grandes planetas descubiertos, satélites de tales planetas y accidentes de la superficie (cráteres, montañas, ...) de estos cuerpos.

- El Comité de Nombres de Cuerpos Menores (*Small Bodies Names Committee*), que asigna nombres temporales o permanentes a los nuevos cometas y planetas menores que se descubran. De los cometas se ocupa la Oficina Central de Telegramas Astronómicos de la IAU (*Central Bureau for Astronomical Telegrams, CBAT*) y de los asteroides el Centro de Planetas Menores (*Minor Planet Center, MPC*).

Para la elaboración de los siguientes apartados hemos contado con la colaboración del Dr. Mark Kidger¹⁵, quien como astrofísico del IAC y popular divulgador científico conoce bien las normas actuales de la IAU que rigen los bautizos astronómicos. También hemos contado con información proporcionada por el Dr. Brian Marsden, al frente del CBAT.

Nombramientos automáticos

Las distintas comisiones de la IAU controlan todo tipo de nombres astronómicos. En algunos casos, su tarea consiste únicamente en adjudicar una designación automática. Los casos de designaciones automáticas son:

- 1) Las supernovas
- 2) Las novas
- 3) Las estrellas variables

Nombramientos no automáticos

“En cuanto a los nombramientos de tipo no automático, el campo es más complejo y pueden pasar varios años entre el descubrimiento y el bautizo oficial”, explica Mark Kidger. La IAU tiene múltiples competencias, sobre todo en el ámbito del Sistema Solar (aunque las normas no siempre se cumplen). Así, este organismo internacional decide los nombres de:

- 1) Los cráteres en la Luna, los planetas y sus satélites.
- 2) Los nuevos satélites descubiertos (por ejemplo, los múltiples descubrimientos realizados por las sondas Voyager en Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno).
- 3) Los nuevos anillos planetarios descubiertos por los Voyager y desde la Tierra.
- 4) Los accidentes superficiales en cualquier cuerpo del Sistema Solar, incluyendo una cartografía completa y el nombramiento de volcanes, montañas, valles, barrancos, etc.
- 5) Los cometas.
- 6) Los asteroides.
- 7) Los nuevos planetas.

4.3.2. Las 88 constelaciones actuales

En 1930, la Unión Astronómica Internacional resolvió el problema de imprecisión que existía con respecto a los límites de cada constelación¹⁶. Los astrónomos acordaron entonces definir las 88 constelaciones por sus fronteras en ascensión recta y declinación.

Como consecuencia de esta cartografía oficial del cielo que trazaba nuevas fronteras, algunas estrellas brillantes que pertenecían históricamente a dos constelaciones diferentes pasaron a integrarse en una sola, perdiendo su doble denominación. Tal es el caso de ***α* Pegasi**, la estrella que marca la esquina superior izquierda del cuadrado de Pegaso, también conocida como ***α* Andromedae**, su actual y única designación. Otros ejemplos son el de ***Al Nath***, más conocida como ***γ Aurigae***

que por **b Tauri** (de la constelación del Toro), pero actualmente circunscrita a esta última constelación, o el de 3 *Canis Majoris*, que ya es **d Columbae**.

A continuación reproducimos una tabla con las 88 constelaciones aprobadas por la IAU. Esta tabla incluye en la primera columna y por orden alfabético el nombre latino; en la segunda, el caso genitivo del nombre latino de cada constelación; en la tercera, la abreviatura del nombre latino que utilizan los científicos; en la cuarta, el nombre en español; y en la quinta, el nombre en inglés.

LAS 88 CONSTELACIONES APROBADAS POR LA IAU*					
	LATÍN	GENITIVO	ABREVIATURA	ESPAÑOL	INGLÉS
1.	Andromeda	Andromedae	And	Andrómeda	Andromeda
2.	Antlia	Antliae	Ant	Máquina o Bomba Pneumática	Air Pump
3.	Apus	Apodis	Aps	Ave del Paraíso	Bird of Paradise
4.	Aquarius	Aquarii	Aqr	Acuario o Aguador	Water Carrier
5.	Aquila	Aquilae	Aql	Águila	Eagle
6.	Ara	Arae	Ara	Altar	Altar
7.	Aries	Arietis	Ari	Carnero	Ram
8.	Auriga	Aurigae	Aur	Cochero o Auriga	Charioteer
9.	Bootes	Bootis	Boo	Boyero	Herder
10.	Caelum	Caeli	Cae	Buril o Cincel	Chisel
11.	Camelopardalis	Camelopardalis	Cam	Jirafa	Giraffe
12.	Cancer	Cancri	Cnc	Cangrejo	Crab
13.	Canes Venatici	Canum Venaticorum	CVn	Lebreles o Perros de Caza	Hunting Dogs
14.	Canis Major	Canis Majoris	CMa	Can Mayor	Big Dog
15.	Canis Minor	Canis Minoris	CMi	Can Menor	Little Dog

16.	Capricornus	Capricorni	Cap	Capricornio	Sea Goat
17.	Carina	Carinae	Car	Quilla	Keel
18.	Cassiopeia	Cassiopeiae	Cas	Casiopea	Cassiopeia
19.	Centaurus	Centauri	Cen	Centaur	Centaur
20.	Cepheus	Cephei	Cep	Cefeo	Cepheus
21.	Cetus	Ceti	Cet	Ballena	Whale
22.	Chamaeleon	Chamaeleontis	Cha	Camaleón	Chameleon
23.	Circinus	Circini	Cir	Compás	Compasses
24.	Columba	Columbae	Col	Paloma	Dove
25.	Coma Berenices	Comae Berenices	Com	Cabellera de Berenice	Berenice's Hair
26.	Corona Australis	Coronae Australis	CrA	Corona Austral	Southern Crown
27.	Corona Borealis	Coronae Borealis	CrB	Corona Boreal	Northern Crown
28.	Corvus	Corvi	Crv	Cuervo	Crow
29.	Crater	Crateris	Crt	Copa	Cup
30.	Crux	Crucis	Cru	Cruz del Sur	Cross
31.	Cygnus	Cygni	Cyg	Cisne	Swan
32.	Delphinus	Delphini	Del	Delfín	Dolphin
33.	Dorado	Doradus	Dor	Dorada o Carpa Dorada	Goldfish
34.	Draco	Draconis	Dra	Dragón	Dragon
35.	Equuleus	Equulei	Equ	Caballito o Caballo Menor	Foal
36.	Eridanus	Eridani	Eri	Eridano o Río	River Eridanus
37.	Fornax	Fornacis	For	Hornillo u Horno químico	Furnace
38.	Gemini	Geminorum	Gem	Gemelos	Twins
39.	Grus	Gruis	Gru	Grulla	Crane
40.	Hercules	Herculis	Her	Hércules	Hercules
41.	Horologium	Horologii	Hor	Reloj de Péndulo	Clock
42.	Hydra	Hydrae	Hya	Hidra o Serpiente de Agua Hembra	Sea Monster
43.	Hydrus	Hydri	Hyi	Hidra Austral o Serpiente de Agua Macho	Water Snake
44.	Indus	Indi	Ind	Indio	Indian
45.	Lacerta	Lacertae	Lac	Lagarto	Lizard
46.	Leo	Leonis	Leo	León	Lion
47.	Leo Minor	Leonis Minoris	LMi	León Menor	Little Lion
48.	Lepus	Leporis	Lep	Liebre	Hare
49.	Libra	Librae	Lib	Balanza	Scales
50.	Lupus	Lupi	Lup	Lobo	Wolf
51.	Lynx	Lyncis	Lyn	Lince	Lynx
52.	Lyra	Lyrae	Lyr	Lira	Lyre
53.	Mensa	Mensae	Men	Mesa o Montaña de la Mesa	Table (Mountain)
54.	Microscopium	Microscopii	Mic	Microscopio	Microscope
55.	Monoceros	Monocerotis	Mon	Unicornio	Unicorn
56.	Musca	Muscae	Mus	Mosca Austral o Abeja	Fly
57.	Norma	Normae	Nor	Escuadra o Regla	Rule
58.	Octans	Octantis	Oct	Octante	Octant
59.	Ophiuchus	Ophiuchi	Oph	Ofiuco o Serpentario	Serpent Bearer
60.	Orion	Orionis	Ori	Orión	Hunter
61.	Pavo	Pavonis	Pav	Pavo o Pavo Real	Peacock
62.	Pegasus	Pegasi	Peg	Pegaso	Pegasus
63.	Perseus	Persei	Per	Perseo	Perseus
64.	Phoenix	Phoenicis	Phe	Fénix	Phoenix
65.	Pictor	Pictoris	Pic	Pintor	Easel
66.	Pisces	Piscium	Psc	Peces	Fishes
67.	Piscis Australis	Piscis Australis	PsA	Pez Austral	Southern Fish
68.	Puppis	Puppis	Pup	Popa	Poop
69.	Pyxis (Nauticus)	Pyxidis	Pyx	Brújula	Compass Box

70.	Reticulum	Reticuli	Ret	Retículo	Reticule
71.	Sagitta	Sagittae	Sge	Flecha	Arrow
72.	Sagittarius	Sagittarii	Sgr	Sagitario o Arquero	Archer
73.	Scorpius	Scorpii	Sco	Escorpión	Scorpion
74.	Sculptor	Sculptoris	Scl	Escultor	Sculptor
75.	Scutum (Sobiescianum)	Scuti	Sct	Escudo de Sobieski	Shield
76.	Serpens	Serpentis	Ser	Serpiente	Serpent
77.	Sextans	Sextantis	Sex	Sextante	Sextant
78.	Taurus	Tauri	Tau	Toro	Bull
79.	Telescopium	Telescopii	Tel	Telescopio	Telescope
80.	Triangulum	Triangulii	Tri	Triángulo	Triangle
81.	Triangulum Australe	Trianguli Australis	TrA	Triángulo Austral	Southern Triangle
82.	Tucana	Tucanae	Tuc	Tucán	Toucan
83.	Ursa Major	Ursae Majoris	UMa	Osa Mayor	Great Bear
84.	Ursa Minor	Ursae Minoris	UMi	Osa Menor	Little Bear
85.	Vela	Velorum	Vel	Velas	Sails
86.	Virgo	Virginis	Vir	Virgen	Virgo
87.	Volans	Volantis	Vol	Pez Volador	Flying Fish
88.	Vulpecula	Vulpeculae	Vul	Raposilla o Zorra Pequeña	Fox

Notas:

1. Actualmente la constelación de Argo está dividida en *Carina*, *Puppis* y *Vela*.
2. El adjetivo *Australis* se utiliza aquí en nominativo y en genitivo en las constelaciones también llamadas *Corona Austrina* y *Piscis Austrinus*.
3. La constelación de *Serpens* también puede dividirse en *Serpens Caput* y *Serpens Cauda*.

* Fuente: Página Web de la Unión Astronómica Internacional (18/10/98): <http://www.iau.org/const.html>

4.3.3. Las supernovas

La muerte violenta de una estrella masiva, cuando llega el final de sus días, es todo un espectáculo de pirotecnia que se conoce como *supernova*. Primero y de forma repentina, como si quisiera llamar nuestra atención, la estrella incrementa su luminosidad varias decenas de miles de veces (en casos extremos, cientos de miles de veces) liberando una gran cantidad de energía (la equivalente a la producida por el Sol durante mil millones de años). Aparece como un punto muy brillante en el cielo, allí donde antes pasaba desapercibida, y tras unos meses desaparece.

Algunas supernovas apenas dejan entre sus cenizas una débil nebulosa: son las del tipo *I*¹⁷, como la *Nebulosa del Cangrejo*¹⁸, en la constelación del *Toro*, procedente de una supernova que explotó en 1054 y que fue perfectamente visible durante el día (observable durante 18 meses). También fueron de este tipo la supernova de Tycho, en 1572, y la de Kepler, en 1604. Otras, las de tipo *II*¹⁹ (como la supernova 1987A, la más luminosa desde los tiempos de Kepler), dejan en su lugar una densa *estrella de neutrones* o un *agujero negro*.

En cualquier caso, las supernovas constituyen la principal fuente de elementos químicos del Universo: las de tipo *I* producen fundamentalmente hierro y níquel, mientras que las de tipo *II* suministran el resto (carbono, oxígeno, azufre, silicio, calcio, etc.), todos ellos a partir de los elementos ligeros que forman las estrellas: hidrógeno y helio.

Las supernovas se denotan actualmente con la abreviatura "sn", acompañada del año del descubrimiento y de una letra del alfabeto que determina el orden del descubrimiento (el primero del año, "a"; el segundo, "b"; etc); al alcanzar el número 27 del año se repiten las letras desde "a" con un número subíndice, "a₁", "b₁", ... "a₂", etc.). Así, la famosa *sn 1987A*, en la Gran Nube de Magallanes, fue la primera supernova descubierta en el año 1987. También ese mismo año, desde los Observatorios de Canarias se descubrió la *sn 1987N*, en la galaxia espiral NGC 7606, mientras que la *sn 1993J* fue la supernova descubierta por un aficionado español en 1993, en la galaxia M81, y confirmada en el Observatorio del Roque de los Muchachos. (Véanse en la Quinta Parte las noticias de la década de los noventa).

4.3.4. Las novas

Una *nova* es una supernova a menor escala, una estrella débil que súbitamente, en unos pocos días, aumenta su brillo en cientos de miles de veces antes de debilitarse otra vez. Se cree que las novas son estrellas binarias que contienen una *enana blanca* (una estrella colapsada) y una *gigante roja* (una estrella fría evolucionada), la cual está transfiriendo materia a la primera. Antiguamente, como las estrellas débiles asociadas con las novas eran raramente observables a simple vista, se pensaba que habían aparecido estrellas completamente "nuevas", de ahí su nombre genérico de *novas*. Después se descubrió, al comparar con fotografías antiguas de la misma parte del cielo, que en el lugar de la nova solía haber una débil estrella.

En cuanto a su nomenclatura, las novas no son complicadas. Al ser pocas al año, su designación es muy sencilla, pero va cambiando con el tiempo. Veamos un ejemplo contado por Kidger: en julio de 1975 se descubrió la *Nova Cygni* ("Nova", por el tipo de objeto, y "Cygni", por la constelación en donde apareció). Al confirmar el descubrimiento, bastaba con la designación *Nova Cygni*, pero al seguir observándola durante 1976, ya fue necesario llamarla *Nova Cygni 1975*. Si se hubiera producido el descubrimiento de una segunda nova durante el mismo año en la constelación del Cisne, se habría llamado *Nova Cygni 1975 número 2*, y la tercera *Nova Cygni 1975 número 3*, etc. En un momento dado, unas veces a pocos meses del descubrimiento, otras un año o más después, la nova recibe una designación permanente de *estrella variable*. La *Nova Cygni 1975*, por tanto, se conoció como *V1500 Cygni* ("V" por "variable", "1500" por ser la estrella variable número 1500 descubierta en la constelación del Cisne, "Cygni"). Un caso especial son las novas, cada vez más numerosas, descubiertas por los satélites de rayos X, que normalmente, hasta ser localizados en el visible, reciben designaciones como *X-ray nova in Scorpius*.

Las competencias de nombramientos para *novas* y *supernovas* corresponde a la Oficina de Telegramas Astronómicos de la IAU, no así la nomenclatura de las *estrellas variables*, como veremos a continuación.

4.3.5. Las estrellas variables

Una de las medidas adoptadas en una reunión de la IAU mantenida en Copenhague en 1946 fue la creación de una serie de comisiones, entre ella la de *Estrellas Variables (Comisión 27)*²⁰. En esa reunión se acordó aceptar una oferta de la Academia de Ciencias de la entonces Unión Soviética para asignar, bajo los auspicios de la Comisión 27, el nombre y la catalogación del Instituto Astronómico Sternberg de Moscú, bajo la supervisión de B.V. Kukarkin y P.P. Parenago. El resultado fue la publicación de un primer catálogo en 1948 (el año de la Asamblea de la IAU en Zurich), en ruso, que tuvo su versión inglesa al año siguiente.

Las *estrellas variables* normales también reciben una designación automática. En este caso la IAU solo ha tenido un control parcial. "Una estrella sospechosa de *variable* - explica Kidger- generalmente cuenta con un número NSV (Nuevas Variables Sospechosas) o las siglas de sus catálogos sucesores publicados por Kukarkin y sus colaboradores en Moscú. Al confirmar la variabilidad (un 15% de las estrellas visibles a simple vista son variables o sospechosas de la variabilidad), se siguen las normas sugeridas originariamente por Argelander y, desde hace muchos años, adoptadas por la IAU". Estas normas son las siguientes:

a) Si una estrella tiene nombre propio, mantenerlo (por ejemplo, la estrella *Betelgeuse*, de *Orión*, se conoce en las listas de variables como **a Orionis**).

b) Las primeras 334 variables de una constelación reciben una designación con una o dos letras y el nombre de la constelación (generalmente la abreviatura oficial). Por ejemplo, *R Cas* (de *R Cassiopeiae*). Las designaciones tienen una lógica un tanto inusual, según señala Kidger. La secuencia de posibles combinaciones de letras es:

R, S, T, ..., Z	(variables 1-9)
RR, RS, RT, ... RZ	(variables 10-18)
SS, ST, SU, ... SZ	
TT, TU, ... TZ	
hasta ZZ	(variables 19-54)
AA, AB, AC ... AZ	(pero siempre sin "J")

BB, BC, BD ... BZ

...

QQ, QS, QT ... QZ

(variables 55-334)

A partir de 335 variables: V 335, V 336, V 337, etc.

Veamos ahora, explicado por Levy, el ejemplo de la variable *RU Lupi*²¹:

Las variables tienen nombres extraños. La primera descubierta en una constelación, Lupus por ejemplo, se llama RLupi; la segunda S, luego T, hasta la Z. Luego se llaman RRLupi; RS hasta RZ, luego SS hasta SZ y finalmente ZZ. En constelaciones con muchas variables grandes, la lista continúa con AA hasta AZ y luego hasta QZ, pero se omite la J. Si se encuentran más de estas 334 variables, el sistema continúa (de manera más razonable) con números como *V1500 Cygni* para la nova 1975 en el Cisne.²²

4.3.6. Los planetas

Hoy en día, cuando los anuncios de descubrimientos de nuevos planetas se suceden en la prensa, sorprende que algunos diccionarios aún definan *planeta* como “cada uno de los astros que describen una órbita alrededor del Sol”²³, ignorando en la definición posibles planetas alrededor de otras estrellas. Esta definición, además, también incluye *asteroides* y *cometas*.

¿Qué es un *planeta*? Una primera definición diría que es un cuerpo celeste cuya masa es inferior a la masa necesaria para que se inicien las reacciones nucleares en el interior de las estrellas. Por eso no brillan con luz propia, sino que reflejan la luz de la estrella alrededor de la cual giran. Como demostró Johannes Kepler, los planetas se mueven en torno al Sol describiendo elipses y a velocidad variable y no círculos y a velocidad constante, como pensaban Aristóteles y Platón.

Sin embargo, tras la irrupción en la escena astronómica de las *enanas marrones*, como veremos, la definición anterior resulta imprecisa. Además, una mota de polvo interplanetario también sería, según este enunciado, un *planeta*. El problema reside en que de momento no existe una definición de lo que es un planeta en cuanto a los límites de su tamaño, hoy motivo de controversia. La Comisión 3 de la IAU ha propuesto que se considere un *planeta* cualquier cuerpo que tenga un diámetro mayor de 1.000 kilómetros. En este caso, el asteroide *Ceres*, con un diámetro estimado de 1.003 km se convertiría en un *planeta* (así fue llamado cuando se descubrió). De igual manera, pudiera haber algún cometa grande del Cinturón de Kuiper que superara este diámetro mínimo.

Con respecto a los planetas del Sistema Solar, tácitamente se ha adoptado -según Mark Kidger- el criterio de considerar *planeta* a los cuerpos que lo han sido históricamente. Este es el caso de Plutón, de unos 1.700 km de diámetro y que, como veremos, si bien podría ser rebautizado como asteroide número 10.000, por razones históricas mantiene su condición de *planeta*.

Nosotros no insistiremos en proporcionar una definición de *planeta*, dado que existen muchas definiciones justificadas y todas tienen su lugar en el vocabulario astronómico.

Estrellas errantes

Los griegos fueron los que llamaron a los planetas *asteres planetai* (de ahí su nombre)²⁴, que significa “estrellas errantes”. Esta denominación era debida a que, en la noche, sobre el fondo de estrellas fijas, los planetas parecían vagar por el cielo y no centellear como aquéllas. Pero los planetas *vagabundos* que se conocían entonces no eran todos los que ahora componen nuestro Sistema Solar (sólo los que eran observables a simple vista; faltaban por descubrirse *Urano*, *Neptuno* y *Plutón*, éste último ya en el siglo XX) y algunos de los que se consideraban como tales no lo eran, como el propio Sol y la Luna.

Actualmente, como sabemos, componen el Sistema Solar los siguientes planetas, ordenados de menor a mayor distancia del Sol: *Mercurio*, *Venus*, *La Tierra*, *Marte*, *Júpiter*, *Saturno*, *Urano*, *Neptuno* y *Plutón*²⁵.

Nombres mitológicos

Todos los planetas del Sistema Solar han sido bautizados con nombres mitológicos conocidos, dioses y diosas con atributos o reinos particulares. En la antigüedad se consideraron *planetas* siete cuerpos celestes que, siguiendo el orden de sus distancias aceptadas con respecto a la Tierra, eran *la Luna*, *Mercurio*, *Venus*, *el Sol*, *Marte*, *Júpiter* y *Saturno*. De ahí que, como comenta Room²⁶, en la Edad Media e incluso más tarde se hablara de “los siete planetas” (el número mágico “siete”).

Sin embargo, los cinco planetas propiamente no se conocían al principio con su nombre actual. Para los griegos, en la época pitagórica (s. VI a.C.), Mercurio se llamaba *Estilbon* ("el brillante"), Marte era *Piroente* ("el de fuego"), Júpiter era *Fenonte* ("el centelleante") y Saturno era *Faetonte* ("el brillante")²⁷. Venus tenía nombres diferentes porque podía observarse tanto por las tardes (*Héspero*) como por las mañanas (*Fósforo*), y en general se creía que eran dos cuerpos celestes distintos.

Añade Room que todos estos nombres hacían referencia al calor, a la luz o a ambos. Mercurio era "brillante", "que destella", porque siempre acompañaba al Sol, y se le consideraba una especie de "destello" de éste. Marte era "ardiente" por su color rojo, y Júpiter era "centelleante" porque resultaba muy brillante durante la noche cuando Venus, aún más brillante, no era visible²⁸.

Fue Aristóteles²⁹, en el siglo IV a.C., quien asignó nombres de personajes mitológicos a los cinco planetas; rebautizó así a *Mercurio* con el nombre de *Hermes*, a *Marte* con el de *Ares*, a *Júpiter* como *Zeus* y a *Saturno* como *Crono*. (Para ser exactos, se refirió a los cinco con términos que significaban literalmente "la estrella de Hermes", la "estrella de Zeus", etc.; fue después cuando la "estrella" o planeta pasó a conocerse sólo por el nombre de su deidad, de genitivo a nominativo). Luego, cuando los griegos se dieron cuenta de que Venus era un único planeta, lo llamaron *Afrodita*, nombre que aparece también en los escritos de Aristóteles. Y añade Room:

Incluso los nombres de personajes tenían algo de aura descriptiva. *Mercurio*, por ejemplo, es el planeta "más rápido", pues es el de período sidereal más corto, y Mercurio (o Hermes) era el veloz mensajero divino. *Marte* (o Ares) era el dios de la guerra, y su color rojo era muy apropiado para este papel. *Júpiter* (o Zeus) recibió el nombre del dios supremo por ser el planeta más brillante del cielo (aparte de Venus que, como decíamos, no es visible en el cielo nocturno cuando Júpiter sí lo es, y de vez en cuando Marte, que puede eclipsarlo). *Saturno* (o Crono) sigue en orden a Júpiter, tal como debe ser para un dios que es en la mitología el padre de Zeus. Y *Venus* (Afrodita) llevaba el nombre de la diosa del amor, muy apropiado para un cuerpo celeste que aparecía en la frescura de la mañana o en el romántico ocaso³⁰.

Los romanos rebautizaron posteriormente a los dioses griegos y esos nombres latinos son los nombres de los planetas que han llegado hasta nosotros en muchos de los idiomas actuales. Durante una época, sin embargo, los romanos también creyeron como los griegos que Venus era dos cuerpos celestes separados, que al traducir sus

nombres griegos *Fóforo* y *Héspero* pasaron a llamarse *Lucífero* y *Véspero*. Esta tradición se ha seguido hasta hoy. En Fuerteventura, por ejemplo, Venus es el *Lucero*, al alba, y la *Estrella Venus*, al poniente.

La nomenclatura de planetas de nuestro Sistema Solar se completó ya en tiempos modernos con Urano, Neptuno y Plutón, aunque siguiendo la misma tradición de nombrarlos con dioses mitológicos.

El nombre de nuestro planeta viene del latín *Terra* (en griego fue *Gea*). Hoy la palabra *Tierra* tiene múltiples significados ("tierra", "mundo", "suelo", "país", "continente", "región",...), aunque escrito con mayúscula se refiere exclusivamente al tercer planeta del Sistema Solar. Hay quien piensa que este nombre no es muy acertado y que debería haberse llamado *Océano*, dada la mayor proporción de agua (de ahí el éxito de la expresión "El Planeta Azul").

Urano

Con Urano comienza el mito de la sucesión mitológica dado que fue el primero de los tres ocupantes sucesivos del reino de los dioses griegos. El dios del Cielo era hijo de la diosa *Gea* (o *Tierra*), de la que proceden los linajes divinos y heroicos más conocidos. Urano copuló con su madre, que engendró 18 hijos: 12 Titanes (la mitad hembras o Titánides), 3 Cíclopes y 3 Cien Brazos. Como odiaba a su descendencia, Urano los empujaba a todos a los abismos. *Gea*, sedienta de venganza, fabricó una afilada hoz y convenció a su hijo *Crono*, el más joven de los Titanes (que a su vez fue destronado por el más joven de sus hijos), para que castrara a su padre. Una vez consumada la venganza, *Crono* lanzó los genitales de Urano al mar.

Este planeta gigante verde-azulado, de magnitud mínima 6, tiene la particularidad de que puede tener uno de los dos polos, el ecuador o una región intermedia orientados periódicamente hacia el Sol. Fue descubierto el 13 de marzo de 1781 por William Herschel³¹, quien instado por un sentimiento de gratitud hacia su patrocinador real, Jorge III, propuso otorgar al planeta la denominación especial de *Georgium Sidus* (*La Estrella de Jorge*), en honor de Jorge III, que era de Hannover (la ciudad natal de Herschel) y durante muchos años fue conocido como *The Georgian*. El

privilegio de escoger un nombre en tales casos era el derecho indiscutible del descubridor.

Pero no fue ésta la única propuesta. Joseph Lalande (1732-1807), influenciado por un motivo igualmente honorable, sugirió el nombre de *Herschel*, que algunos astrónomos prefirieron por motivos patrióticos (los franceses no eran partidarios de llamar a un planeta con el nombre de un rey inglés). Ambas propuestas resultaban extraños al compararlas con la nomenclatura del sistema planetario seguida hasta entonces, y consecuentemente ninguno de ellos contó con el favor de la comunidad científica internacional.

Como más apropiados para este propósito se propusieron los nombres de varias divinidades mitológicas. Después de muchas discusiones, el nombre de *Urano*, sugerido por Johannes Bode (1747-1826) y que seguía la línea sucesoria de Júpiter y Saturno, fue adoptado finalmente por los astrónomos para distinguir al nuevo planeta.

Neptuno

Según el mito griego, Urano profetizó que Crono (Saturno) sería despedido por uno de sus propios hijos, que al final fue Zeus. Este dios liberó a sus hermanos, entre ellos Poseidón y Hades (Neptuno y Plutón para los romanos). Los tres se repartieron los tres reinos: a Zeus le correspondió el cielo, a Plutón, el inframundo, y a Neptuno, los mares.

Neptuno deseó a la ninfa Anfítrite, pero ésta huyó a las montañas del Atlas para escapar del dios. El delfín mensajero la convenció para que regresara y, en señal de gratitud, el dios los situó en el cielo, donde forma la constelación del *Delfín*. A Neptuno se le dedicaban caballos, domó a Pegaso y tenía caballos blancos que en ocasiones se vislumbran en las crestas espumosas de las olas del mar.

De magnitud mínima 8 y a juego con el dios mitológico que le da nombre, este planeta es azul vivo y oscuro y al igual que Júpiter, tuvo una zona (que ahora no aparece en las imágenes) donde se localizaba una tormenta gigante, llamada la *Gran Mancha Negra*.

Fue descubierto en 1846 por los astrónomos del Observatorio de Berlín Johannes Galle (1812-1910) y Heinrich d'Arrest (1822-1875), aunque su existencia había sido predicha en 1845 casi simultáneamente por el astrónomo inglés John Couch Adams (1819-1892) y el astrónomo francés Urbain Jean Joseph Le Verrier (1811-1877)³², quien propuso el nombre de *Neptuno* (después de que se hicieran las propuestas de *Oceanus* y *Janus*). También fue una propuesta previa para Urano, que entonces se rechazó por no seguir la línea sucesoria. Ahora tampoco la seguía, pero ya era imposible hacerla pues Urano no tuvo padre. Había que buscar por tanto entre los hermanos de Júpiter. El nombre de *Neptuno* se asignó una semana después de su descubrimiento, aunque Le Verrier también propuso su propio nombre para el planeta.

Plutón

A principios de siglo, los astrónomos estadounidenses Percival Lowell (1865-1915), fundador del observatorio Flagstaff en Arizona y conocido por aventurar la hipótesis de los canales de Marte, y William Pickering (1858-1938) realizaban las primeras búsquedas de un nuevo planeta que supuestamente provocaba irregularidades en las órbitas de Urano y Neptuno. Lowell murió en 1916 sin haber encontrado lo que él llamó *Planeta X*, aunque lo habían observado el 19 de marzo y el 7 de abril de 1915 sin reconocer las imágenes en las placas fotográficas.

A finales de los años 20 se renovó la búsqueda de este *Planeta X*, y Clyde Tombaugh (1906-97) lo descubrió el 21 de enero de 1930, aunque fue consciente de su presencia en las placas el 18 de febrero. El descubrimiento fue anunciado el 13 de marzo de 1930, coincidiendo con el 75 aniversario del nacimiento de Lowell y el 149 aniversario del descubrimiento de Urano por Herschel.

Los primeros nombres propuestos para Plutón fueron *Zeus*, *Lowell* y *Constance*. Tombaugh recibió una mil cartas con sugerencias de nombres y, de éstas, salieron *Minerva*, *Plutón* y *Cronus*, cada una con un número comparable de votos. Tombaugh cuenta que su preferencia fue para *Minerva*, pero ya había un asteroide con ese nombre. *Cronus* se rechazó por que la sugerencia procedía de "un astrónomo detestado". Finalmente, el planeta 'X' pasó a llamarse *Plutón*, por el dios

griego del mundo subterráneo y de los muertos, y en honor de Percival Lowell, cuyas iniciales eran P.L.³³, las cuales coincidían igualmente con las de Pickering y Lowell (los dos astrónomos que predijeron la existencia del planeta). Propuesto en primer lugar por una niña inglesa de 11 años llamada Venetia Burney, el nombre de Plutón fue reconocido por la IAU.

Planetas extrasolares

Inmediatamente después del anuncio en Florencia, en octubre de 1995, del descubrimiento del primer *planeta extrasolar* -51 Peg b- (véase Quinta Parte), uno de sus descubridores, el astrónomo suizo Michel Mayor, se tropezó con la cuestión de qué nombre iba a ponerle a este objeto.

Éramos muy reacios a darle un nombre antes de tener la confirmación absoluta de que se trataba efectivamente de un planeta. Siempre es una pena que uno dé un nombre específico a un objeto y que, quizá varios años después, otro grupo realice otro tipo de mediciones y llegue a la conclusión de que no era un planeta sino un tipo de proceso diferente. Pero si tuviese la plena confirmación de que se trata de planetas me gustaría darles el nombre de personas que hayan contribuido al desarrollo de esta idea. Aquí tenemos un montón de posibilidades, como la del filósofo griego Epicuro, quien imaginó hace más de dos mil años la existencia de otros mundos; o la de Giordano Bruno, quien pagó con su propia vida en la hoguera, en el siglo XVII, por haber formulado ideas distintas a las convencionales sobre este tema en aquella época. Hay mucha gente que ha contribuido en el pasado al desarrollo de esta idea. En cualquier caso, debemos ser extremadamente cautos y tener la certeza de que se trata de planetas antes de pensar en la nomenclatura".³⁴

También otro descubridor de planetas extrasolares, Geoffrey Marcy, de la Universidad de California en Berkeley, se muestra cauto con la nomenclatura:

Tenemos nombres extraoficiales y es un poco comprometedor revelarlos. Pero hay uno que sí podemos contar: el primer planeta, que orbita en torno a 51Peg, lo hace en una órbita muy pequeña, con lo cual ese planeta es extremadamente caliente, demasiado como para que en él surja vida; el segundo planeta que encontramos estaba demasiado lejos de su estrella, era el planeta que orbita en torno a la estrella 47 de la Osa Mayor, que se parece mucho a Júpiter, con un período de casi tres años, muy frío, con gases muy fríos, con lo cual tampoco hay posibilidades de que albergue vida; pero el tercer planeta que encontramos gira en torno a la estrella 70 de Virgo, se encuentra justamente a la distancia adecuada para que el agua pueda estar en forma líquida o de vapor, condición necesaria para que se produzcan las reacciones químicas que podrían acabar dando lugar a la vida. Dado que el primer planeta era demasiado caliente y el segundo demasiado frío, al tercero le dimos el nombre de *Ricitos de oro*, en clara alusión al cuento infantil.³⁵

Sin embargo, Marcy se imagina que la nomenclatura que se adoptará finalmente "será muy aburrida, de modo que el primer planeta se llamará *b*, y el segundo *c*, y así sucesivamente."³⁶ Esto fue lo que más o menos se acordó en la mesa redonda que se dedicó precisamente a la nomenclatura, en el congreso sobre "Enanas marrones y Planetas Extrasolares" celebrado en Tenerife en 1997, si bien el tema está estudiándose actualmente.

El formato de *51 Peg b* lo han seguido otros planetas extrasolares, como *70 Vir b* o *47 UMa b*. Según el esquema actual (sistema ya establecido para las estrellas binarias), que ordenaría los planetas de mayor a menor influencia gravitatoria sobre la estrella, los de nuestro Sistema Solar se designarían prosaicamente: *Sol b* (Júpiter), *Sol c* (Saturno), *Sol d* (Neptuno), *Sol e* (Urano), *Sol f* (la Tierra), *Sol g* (Venus), *Sol h* (Marte) y *Sol i* (Mercurio)... Sin embargo, este sistema, además de prosaico, sería complicado a causa del período orbital de algunos planetas como Urano o Neptuno, que se detectarían después de La Tierra, por ejemplo.

En Internet encontramos una página del astrónomo Eric Mamajek sobre "Nomenclatura Planetaria Extrasolar"³⁷, quien analiza la cuestión y formula su propia propuesta. Según este astrónomo, nombrar elementos de una muestra de objetos siempre creciente tiende a deshumanizarlos con el tiempo. De ahí que el 99,999% de los objetos del Universo sólo sea conocido por su número de catálogo o su posición en el cielo, "lo que disgusta a la mayoría de la gente, que ve en ello una manifestación más de la naturaleza poco romántica de los *científicos de bata blanca*"³⁸. Con relación al Sistema Solar, los antiguos lo tuvieron más fácil -señala Mamajek-, pues sólo se componía de 7 cuerpos celestes. Hoy nuestro Sistema Solar comprende, al menos, el Sol, 9 planetas, más de 60 satélites y cerca de 10.000 asteroides, además de cometas, polvo y basura espacial.

Por ello, para los planetas extrasolares detectados se sugiere seguir el mismo criterio adoptado por la IAU para el descubrimiento de nuevos asteroides, cometas o satélites planetarios: dar designaciones temporales a la espera de una confirmación, que en el caso de los planetas extrasolares llegaría cuando se observaran directamente, y no por métodos indirectos como hasta ahora, aunque algunos de

éstos podrían ser concluyentes. Una vez confirmado, al planeta se podría asignar un nombre que honrara a sus primeros descubridores.

En la designación temporal que propone Mamajek figuraría el año del descubrimiento y la constelación donde se encuentra el planeta extrasolar, junto con un número secuencial (*51 Peg b*, *70 Vir B* y *47 UMa b* serían *1995PEG1*, *1996VIR1* y *1996UMA1*, por ejemplo); no figuraría el nombre de la estrella, como en la actualidad. Mamajek es consciente de que los problemas son muchos y apunta algunos que nos parecen interesantes para ser recordados aquí: delimitar la frontera entre *planeta* y *enana marrón*, establecer el orden de los planetas en los sistemas donde se encuentran, decidir la inclusión o no del período orbital en la designación (propuesta del astrónomo Hans Deeg, del IAC) y fijar una nomenclatura que tenga en cuenta que las estrellas se desplazan de constelación con el tiempo.

Planetas hipotéticos

Muchos de los objetos que los astrónomos pensaban que existían luego resultaron meras especulaciones o errores de cálculo. Es el caso del hipotético planeta *Vulcano*, así bautizado por Le Verrier, quien sugirió que un planeta podría ser la causa de las perturbaciones observadas en la órbita de Mercurio. Einstein demostró en 1916, con su teoría de la *Relatividad General*, que no era necesario invocar la existencia de un planeta desconocido.

Otro caso de planeta hipotético para unos, posible luna de Venus para otros, fue *Neith*, nombre de una de las diosas egipcias de la Sabiduría. Este nombre fue propuesto en 1884 por M. Hozeau, director del Observatorio Real de Bruselas, para un supuesto objeto observado por varios astrónomos, entre ellos el italiano Giovanni Domenico Cassini (1625-1712). Hoy en día se descarta que exista tal planeta o satélite venusiano; si no fue una ilusión óptica producida por los telescopios de la época, como también se dijo en su tiempo, pudo tratarse de un asteroide o de una nova de vida muy corta.

4.3.7. Los asteroides

¿Qué son los *asteroides*? Hasta hace un siglo se creía que estos objetos rocosos de nuestro Sistema Solar, pequeños planetas descubiertos dos siglos atrás, eran restos de un planeta mayor que se había disgregado. El hecho de que el material conjunto de todos ellos sea inferior a una milésima³⁹ la masa de la Tierra ha permitido descartar esa hipótesis, aunque también es posible que los asteroides sean el resultado de un sinnúmero de choques entre unos objetos originales de mayor tamaño. Sin embargo, ahora se piensa que probablemente sean trozos de materia que se condensó cuando se formaron los planetas, pero que lo hizo en pequeños fragmentos, no en grandes masas. Estos fragmentos se concentraron en el llamado *cinturón de asteroides* que gira alrededor del Sol.

Muchos asteroides tienen órbitas muy excéntricas y algunos de vez en cuando se aproximan bastante a la Tierra. En 1931, uno de ellos, *Eros*, el dios griego del amor, se acercó hasta unos 23 millones de km y fue utilizado para determinar la distancia al Sol. *Eros* se había descubierto en 1898 y volvió a aproximarse en 1975. Recientemente, el 6 de diciembre de 1997, como se anunció en los medios de comunicación, se descubrió un asteroide llamado *1997 XF₁₁*, con una órbita tan cercana a la Tierra que incluso hizo temer en un principio una posible colisión con nuestro planeta. Aunque considerada muy poco probable por los expertos, según la distancia exacta y el período orbital, se dijo que el choque sería posible entre el 2035 y el 2037.

La ley de Titius-Bode

Todo empezó en 1800 con el encuentro de seis astrónomos en el Observatorio privado de Johannes Schröter (1745-1816) en Lilienthal, al norte de Alemania. Previamente, en 1766, el científico alemán Johannes Daniel Titius (o Tietz) de Wittenberg (1729-96) había establecido una ley a la que no debió de considerar importante a juzgar por el tratamiento que le dio "como un pie de página en un libro sobre ciencia en general que había traducido", cuenta Adrian Room⁴⁰. Esta ley no habría llegado nunca a ser bien conocida de no ser por el director del Observatorio astronómico de Berlín, el también alemán Johannes Elert Bode (1747-1826). Este astrónomo enunció en 1772 la ley que ahora lleva su nombre. La *Ley de Bode*, también conocida en justicia como *Ley de Titius-Bode* o *Relación Titius-Bode*, es una

sencilla relación matemática con la que se podían determinar las distancias de los planetas respecto del Sol⁴¹.

Para establecer estas distancias, la ley (tal y como lo hizo Bode) parte, como si de un pasatiempo matemático se tratara, de la secuencia de números 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96, 192, 384, donde a cada número, que es el doble del anterior si exceptuamos el primero, se le suman 4 unidades, de modo que la secuencia numérica resultante es 4, 7, 10, 16, 28, 52, 100, 196, 388. Si la distancia del Sol a la Tierra se fija en 10 (lo que equivaldría a 1 unidad astronómica), en la misma escala, se observa que esta sucesión de números coincide con las distancias medias reales entre el Sol y los planetas: a Mercurio, 3,9; a Venus, 7,2; a Marte 15,2; a Júpiter 52 y a Saturno 95,4.

Cuando Bode formuló su regla aún no se habían descubierto los tres últimos planetas (Urano, Neptuno y Plutón), de manera que su tabla sugería que podía haber uno o más planetas a aproximadamente estas distancias más allá de Saturno. Cuando se descubrió Urano, su distancia media en esta escala resultó ser de 192. En cambio, la ley no parece aplicable a los casos de Neptuno⁴², descubierto en 1846, y Plutón, descubierto en 1930, con distancias menores que los valores previstos teóricamente: 300,7 en lugar de 388, que siguiendo la serie sería el resultado de sumar 4 al doble de 384, y 394,6 en lugar de 772, por la misma regla.

Pero lo más importante de esta ley, lo que realmente llamaba la atención de esta correlación de secuencias, y lo que se preguntaban los astrónomos reunidos en Lilienthal era qué había entre el 16 y el 52, entre Marte y Júpiter, por qué no encontraban ningún planeta en la posición número 28. "El hecho de que las cifras más bajas parecieran razonablemente fiables incrementaba la probabilidad de que un nuevo descubrimiento esperara al mundo y que, de alguna manera, uno de los planetas del Sistema Solar hubiera pasado desapercibido, sin ser detectado".⁴³

La Policía Celeste

Schröter y su grupo crearon entonces una organización para la búsqueda del planeta perdido. Como describe Room, "se hicieron llamar la 'Policía Celeste', un nombre que hoy parece más propio de la ciencia ficción o de un grupo de rock.

Pero sus objetivos eran muy serios y, por casualidad, el día 1 de enero de 1801 (el primer día del primer mes de un nuevo siglo - ¡qué presagio!) se produjo el gran descubrimiento⁴⁴. Sin embargo, fue Giuseppi Piazzi (1746-1826), un astrónomo siciliano que no era del equipo (aunque después se sumaría a la *Policía*), quien descubrió por casualidad, mientras compilaba un catálogo de estrellas, el supuesto planeta perdido.

Pero no fue un planeta nuevo lo que Piazzi descubrió, aunque así lo llamaron, sino un pequeño objeto similar a un planeta, el primero de los planetas menores o asteroides. A partir de entonces se fueron descubriendo cada vez más, aunque al principio a un ritmo lento, sólo se habían descubierto cuatro⁴⁵ cuando la "Policía Celeste" se disolvió en 1815, y el quinto no se localizó hasta 1845.

Otras propuestas terminológicas

Veamos ahora cuál fue la génesis del propio término *asteroide*, del cual *planetoides*, *planetas menores*, *pequeños planetas* o *miniplanetas* pretenden ser sinónimos. Cuando fueron descubiertos, los astrónomos no sabían cómo llamarlos. Eran como planetas, pero no unos planetas convencionales.

Piazzi sugirió el término *planetoides* o *cometoides*, basándose en que su movimiento en el Sistema Solar recordaba al de los planetas o al de los cometas. Pero el término no cuajó, aunque algunos astrónomos hoy lo usan (especialmente para referirse a los cuerpos más pequeños de este tipo dentro y fuera del Sistema Solar), como nos comentaba la astrónoma Paris Pismis, afincada en México, en una entrevista personal.

Fue el astrónomo inglés William Herschel quien primero propuso el término *asteroides*, basándose en el hecho de que estos objetos, dispersos entre las estrellas fijas, se asemejaban tanto a éstas que no podían distinguirse de ellas. "Si quisiéramos llamarlos planetas, agregaba Herschel, no podrían ocupar el espacio intermedio entre Marte y Júpiter con la debida dignidad"⁴⁶. (También propuso *coratoides*, este último, que pronto cayó en desuso, basado en el griego *coratos*, que significa

"invisible", ya que estos cuerpos no pueden observarse a simple vista, con la excepción del asteroide llamado *Vesta*)⁴⁷.

Al final eligieron *asteroides* por su apariencia estelar, del griego *aster*, que significa "estrella", con el sufijo *-oide*, que quiere decir "parecido" (también del griego *eidos*, "forma"), aunque evidentemente los asteroides no son estrellas. Sin embargo, esta preferencia no se ha dado igual en otros idiomas, como contaba Abetti: "Las investigaciones posteriores le han dado toda la razón a Piazzi [a quien nunca le parecieron bien los razonamientos de Herschel sobre cómo llamar a estos objetos] y el nombre impropio de *asteroide*, a pesar de que se usa aún de cuando en cuando, se va olvidando cada vez más y queda el de 'pequeños planetas'⁴⁸. Hoy, tanto en inglés como en español, *asteroide* es más común que *pequeño planeta*, aunque los dos términos se usan con frecuencia.

El astrónomo austríaco Joseph von Littrow (1781-1840) propuso ya tarde llamarlos *zenadeiros*, que resultaba de combinar los nombres griegos de Júpiter y Marte (de Zeus, en genitivo *Zenos*, y Ares). Con este nombre se indicaba la posición de los asteroides entre estos dos planetas.

Ceres y otras diosas griegas

Los asteroides eran objetos astronómicos completamente nuevos que necesitaban un nombre. ¿Qué tipo de sistema de nomenclatura había de seguirse? Después de todo eran planetas, y estaban situados en una órbita planetaria en el Sistema Solar. Por lo tanto, estaba claro que, al menos los primeros descubrimientos, debían llevar nombres clásicos, como los de los planetas "reales". En la práctica fue ese el sistema que se adoptó.

El primer *pequeño planeta* fue bautizado por Piazzi con el nombre de *Ceres*, en honor a la diosa tutelar de Sicilia⁴⁹, desde donde lo descubrió. Olbers en Breda, en 1802, descubrió un segundo al que se impuso el nombre de *Pallas* y, sucesivamente, se encontraron otros dos: *Juno* y *Vesta*.

Después de los diez primeros -*Ceres, Pallas, Juno, Vesta, Astraea, Hebe, Iris, Flora, Metis* y *Hygeia* (este último descubierto en 1849), los siguientes descubrimientos fueron más frecuentes y abundantes, y se pensó que no se podía seguir asignando nombres clásicos o mitológicos de manera indefinida. Aún así, la mayoría de los primeros 500 se refieren a personajes mitológicos. Hasta (433) *Eros*, los nombres eran siempre femeninos y lo han seguido siempre a partir de él. El asteroide número 1.000 es *Piazia* y no *Piazzì*. El primer asteroide no mitológico fue el (125) *Liberatrix*, seguido por el (136) *Austria*.

El Diccionario de la IAU

Mark Kidger escribió en 1993 en *Tribuna de Astronomía*⁵⁰ un artículo titulado "Un paseo por los asteroides". Su punto de partida era el *Dictionary of Minor Planet Names (Diccionario de los Nombres de los Planetas Menores)*⁵¹, de Lutz Schmadel, publicado un año antes a instancias de la IAU con el objetivo de desvelar el misterio del significado de los nombres de los asteroides.

Richard M. West, Presidente desde 1988 hasta 1991 de la Comisión 20 de la IAU, que auspicia el nombramiento de estos objetos a través de su Comité de Nombres de Planetas Menores, dice en la Introducción de este Diccionario:

Siguiendo una tradición astronómica de mucho tiempo, el nombre de los planetas menores en el Sistema Solar es privilegio de los descubridores. Contrariamente a la mayoría de las otras clases de objetos celestes que reciben complejas designaciones alfa-numéricas, los nombres de los planetas menores a menudo dicen más sobre los descubridores que sobre el objeto en cuestión. Hay una rica y colorista variedad de nombres ingeniosos, desde aquellos de diosas de los cielos en el siglo XIX a los más prosaicos y, a veces, muy específicos nombres de observatorios, ciudades y montañas, ordenadores y personas, dados por los descubridores actuales.⁵²

La necesidad de asignar un nombre adecuado llegó a ser tan evidente como la de solicitar una breve explicación de su origen, y fue precisamente un español, Antonio Paluzie-Borrell, bibliotecario de Barcelona y de la Secretaría General de la Sociedad Astronómica de España y América (SADEYA), quien inició las primeras investigaciones sobre el origen de algunos de los nombres de los primeros 1.650 asteroides numerados⁵³.

Pero fue después de la fundación del Centro de Planetas Menores en el Observatorio de Cincinnati (ahora en Cambridge-Masachussets), en Estados Unidos, cuando Paul Herget pidió a los descubridores de asteroides que la asignación de cada nombre debería estar acompañada de una explicación de su significado. También sugirió que debería prepararse una compilación que indicara los significados de los nombres que ya hubieran sido asignados en el pasado. La primera lista fue publicada en 1955 y una más explícita en 1968.

Durante la XX Asamblea General de la IAU, celebrada en Baltimore en agosto de 1988, Edward Bowell y algunos colegas sugirieron el establecimiento de un Grupo de Estudio del Origen de los Nombres de los Planetas Menores, con el objetivo no sólo de obtener una base de datos con los nombres de todos los planetas numerados, sino también, y en particular, de aprender sobre el significado de muchos nombres de los comienzos de esta ciencia.

El resultado de este trabajo es el *Dictionary of Minor Planet Names* mencionado, que recoge 5.012 entradas correspondientes a otros tantos asteroides. En él se pueden encontrar todo tipo de nombres, que al haber sido una prerrogativa del descubridor aluden a un sinfín de materias y gustos personales, desde lugares geográficos u objetos materiales a personajes literarios o cantantes famosos. Kidger hacía hincapié en aquellos asteroides relacionados con España y concluía su artículo en *Tribuna de Astronomía* con un apartado bajo el epígrafe "¿Un amigo en las estrellas?", que dedicó a sus compañeros en el Instituto de Astrofísica de Canarias. Para ello seleccionó asteroides con nombres de miembros del IAC, aunque éstos eran ajenos a los bautizos oficiales. Piénsese en un nombre cualquiera; con muchas probabilidades, ya habrá en el espacio un asteroide con esa denominación.

Los últimos bautizos

Como se siguen descubriendo o determinando la órbita de nuevos asteroides, los bautizos también continúan, y de algunos de ellos se han hecho eco los medios de comunicación. Así, por ejemplo, un asteroide descubierto por astrónomos chinos, desde el Observatorio de la Montaña Púrpura, en octubre de 1994, lleva el nombre de *Li Xiachua*, uno de los hombres más ricos de China, en reconocimiento a su contribución a la educación, la ciencia y la tecnología⁵⁴. Otro de ellos, descubierto desde el Observatorio Astronómico de Mallorca, lleva el nombre de *Mallorca* desde el 11 de octubre de 1998. También un conocido periodista de la CNN, John Holliman, fallecido en accidente, tendrá un asteroide con su nombre -*el 6711 Holliman*-, a propuesta del *Jet Propulsion Laboratory* de la NASA. El bautizo de este asteroide de 10 km de diámetro, descubierto por la astrónoma Eleanor F. Helin el 30 de abril de 1989, desde el Observatorio de Monte Palomar, se convierte así en un homenaje a un periodista especializado en la información del programa espacial.

Como apunta Schmadel en su Diccionario, la elección de un nombre adecuado para un objeto celeste obviamente presenta dificultades si la cantidad de objetos se incrementa de forma considerable. Hasta mediados del siglo pasado no existían problemas relacionados con la nomenclatura. *Ceres*, *Pallas*, *Juno* y *Vesta* fueron mencionados en la literatura científica sin ningún número ordinal. Los problemas sólo surgían con el incremento dramático de descubrimientos desde 1850, lo que hizo necesario introducir un sistema de numeración.

Tan pronto como se publicaba el anuncio de un descubrimiento, el editor de la revista alemana *Astronomische Nachrichten* le asignaba un número. Esto pronto resultó complicado. El problema de la nomenclatura y del cómputo se agravó con la confusión en torno a quién era el descubridor real y quién tenía derecho a proponer el nombre: ¿el primero en observarlo o el primero en reconocerlo como un objeto nuevo, después de calcular su órbita?

La necesidad de los números permaneció, sin embargo, como única posibilidad de obtener una visión general del incremento de los descubrimientos. De hecho, se

mantuvo la idea básica de una marca cronológica, pero pronto surgieron otras deficiencias.

Según se explica en la Introducción del *Dictionary of Minor Planet Names*, Krueger sugirió en 1892 que desde entonces todos los nuevos descubrimientos deberían llevar una designación provisional y Bower dio en 1924 la solución al problema de la designación proponiendo un sistema que aún se utiliza: asignar como designación provisional el año del descubrimiento y dos letras mayúsculas. La primera letra indicará la época del año del descubrimiento; "A", el intervalo entre el 1 y el 15 de enero; "B", entre el 16 y el 31 de enero; "C", entre el 1 y el 15 de febrero; "D", entre el 16 y el 29 de febrero, etc. La segunda letra indicará el orden en el intervalo del descubrimiento en que fue notificado: "A" para el primero; "B" para el segundo, etc. En el caso de más de 25 descubrimientos en el intervalo de medio mes, Kops propuso en 1924 que se le añadiera un subíndice a la última letra: el planeta 26 de la primera quincena de enero sería 1925AA₁, el 27 sería 1925 AB₁, el 51 sería 1925AA₂, ...

El asteroide ya mencionado 1997 XF₁₁ es una designación provisional en la que "1997", es el año del descubrimiento; "X" corresponde al mes y quincena de cuando se descubrió, es decir, la primera quincena de diciembre (en concreto fue el día 6); y "F₁₁" denota el orden de descubrimiento en ese año y mes ("A" para el primer asteroide, "B" para el segundo, etc., hasta agotar todas las letras del abecedario; después se repiten añadiendo el número "1" detrás; "A1", "B1", etc. hasta "Z1", siguiendo con "A2", etc.). "F₁₁" significa por tanto que fue el asteroide número 281 de esta quincena del mes. Es un asteroide del "Grupo Apolo"⁵⁵, cuyas órbitas tienen el perihelio más cerca del Sol que el terrestre.

Constantemente se descubren tantos nuevos asteroides -y ello se debe sin duda al extraordinario trabajo de los astrónomos aficionados-, que es imposible darles nombres a todos inmediatamente. De modo que en un principio sólo reciben la designación provisional que hemos visto. Sólo cuando un asteroide tiene una órbita bien definida puede recibir un número y un nombre permanentes (como los que aparecen en el Diccionario referido).

“Con el incremento espectacular en el número de asteroides descubiertos (3 durante el año 1850; 11 durante el año 1900; 20 durante el año 1925; 384 durante el año 1990; y 311 sólo entre octubre y noviembre de 1998), las normas para la concesión de un número y, entonces, nombre, se han hecho cada vez más estrictas”, explica Mark Kidger. Actualmente son⁵⁶:

- *Asteroides que se aproximan a la Tierra*: observaciones en al menos dos años distintos.
- *Asteroides del Cinturón Principal*: observaciones frecuentes durante cinco años distintos.
- *Asteroides lejanos*: se ha sugerido en broma que los asteroides muy lejanos (*trasneptunianos*) solo deberían recibir un número definitivo después de 100 años, lo cual es un poco desmoralizador para quien lo haya descubierto.

Al establecer la órbita definitiva, se tiene derecho a dar nombre al asteroide. La propuesta se dirige al Comité de Nombres de Planetas Menores, que, al aceptarlo, emite un comunicado a través de las Circulares de Planetas Menores, con el nombre y los detalles del descubrimiento. Sólo al publicar el anuncio en estas circulares es oficial el nombre completo, que consiste en el número de serie entre paréntesis y el nombre aprobado. Al no disponer de una propuesta, el Comité puede nombrar el asteroide según su juicio o, como en el caso del asteroide 5000, ofrecer el nombre a concurso (el nombre que recibió más votos fue *IAU* y, por tanto, el asteroide ya se llama así).

El asteroide 10.000

En páginas anteriores anunciábamos novedades relacionados con Plutón, el noveno planeta de nuestro Sistema Solar. La sorpresa que nos reservábamos era la propuesta de reconvertir este planeta en el asteroide número 10.000 (aunque manteniendo su condición planetaria).

Esta propuesta la hacía Brian Marsden⁵⁷, responsable de la Oficina de Telegramas Astronómicos de la IAU, quien cree que realmente hay razones para apoyar los dos puntos de vista: *Plutón* como planeta y *Plutón* como asteroide. Razones históricas y su

masa apoyan la primera opción. Pero como "el Rey del Cinturón de Kuiper"⁵⁸ -dice Marsden-, Plutón es claramente un asteroide.

Por eso este astrónomo ha propuesto mantener una condición especial para Plutón. Según él, con esta doble consideración -la de "noveno planeta" y la de "asteroide 10.000" simultáneamente- no se está restando importancia a Plutón, sino todo lo contrario: "Estamos reconociendo la culminación de 200 años de cooperación internacional en la determinación de las órbitas de los cuerpos pequeños"⁵⁹.

La opción alternativa que se ha propuesto es la de confeccionar una nueva lista de *Objetos del Cinturón de Kuiper* (u *Objetos TrasNeptunianos*) y dar a *Plutón* la designación *K-1*, o *TN-1* (por *Kuiper Belt 1* o *Trans-Neptunian 1*). Marsden opina que un nuevo listado de este tipo sería difícil de justificar ya que definir los objetos que deben incluirse resultaría complicado, sobre todo pensando en los objetos ya numerados.

Por tanto, Marsden concluye que su propuesta es la mejor porque consigue combinar la precisión científica en las definiciones, la tradición y la posibilidad de agradar al mayor número de gente⁶⁰. Apuntaba que la secuencia de objetos numerados -del 1 hasta el 9.826⁶¹- tan sólo indica "órbitas muy precisas de pequeños objetos de aspecto estelar en órbita alrededor del Sol". De esta forma, (10.000) *Plutón* se ajusta perfectamente a la definición y, además -añade- "¿qué otro objeto podría ser mejor para el número 10.000 que Plutón?"⁶²

Un periodista científico había sugerido celebrar la numeración del asteroide 10.000 y la fiesta correspondiente, el día 10 de febrero de 1999 que, casualmente, además de ser la fecha en que se publicaría la nueva lista de designaciones, incluyendo al asteroide 10.000, sería cuando Plutón volviera a cruzar la órbita de Neptuno. Así que la ocasión sería simbólica en varios sentidos.

Sin embargo, al cierre de nuestro trabajo, se anunciaba una votación mundial sobre este asunto por Internet. La votación fue favorable a la clasificación dual planeta-asteroide 10.000, pero esta polémica decisión ha quedado pendiente. De momento, el asteroide 10.000 quedará sin nombrar temporalmente. Quizá Plutón vuelva a ser

candidato, pero también se ha propuesto *milennium* o reservarlo para un gran científico (como otros asteroides milenarios: *Herschel*, *Hiparcos*, ...)⁶³. El asteroide 5.000 recibió el nombre de *Naciones Unidas*.

Bautizos para Eros

Aunque con retraso según lo previsto, en el año 2000 la nave interplanetaria NEAR (siglas de *Near Earth Asteroid Rendezvous*) estudiará de cerca el asteroide *Eros* (asteroide 433), uno de los más grandes y más cercanos a la Tierra, dentro de la órbita de Marte. Este asteroide, descubierto el 13 de agosto de 1898 por el astrónomo alemán Carl Witt y, de forma independiente, por el francés A. Charlois, desde Niza, lleva el nombre del dios griego del amor, hijo de Ares y Afrodita, como distinción de los asteroides convencionales, que llevan nombres femeninos. La Sociedad Planetaria⁶⁴ invita por Internet a sugerir criterios para nombrar los cráteres de este asteroide, el primero del que se observará con detalle su superficie.

Búsqueda de NEOs

En el Instituto de Astrofísica de Canarias existe desde 1998 un proyecto de "Búsqueda y caracterización física de NEOs (*Near Earth Objects* u *Objetos cercanos a la Tierra*)". Como se dice en la información que se ofrece en la página web⁶⁵ de este proyecto, su objetivo es la búsqueda de asteroides y cometas cercanos a la Tierra; su seguimiento, con el fin de determinar una órbita lo suficientemente precisa como para detectarlos en nuevas apariciones; y su estudio, por medio de observaciones físicas que permitan entender su naturaleza.

La idea de este proyecto surgió impulsada por el creciente interés de diferentes instituciones europeas (como la Agencia Europea del Espacio o el Parlamento de la Unión Europea), en un mayor seguimiento de estos cuerpos, alguno de ellos protagonistas en los medios de comunicación, como el mencionado 1997 XF₁₁. Se calcula que quedan por descubrir más del 90 % de los objetos con diámetros superiores al kilómetro que se aproximan a la órbita de la Tierra, y que cualquiera de ellos tiene una probabilidad muy baja, pero no nula, de colisionar con nuestro planeta.

“Nuestro Sistema Solar -explica Miquel Serra-Ricart⁶⁶, investigador principal de este proyecto- alberga desde sus orígenes una enorme población de cometas y asteroides en constante evolución. Las órbitas en torno al Sol de algunos de estos objetos pueden ser perturbadas por la acción de la gravedad, modificándose de tal manera que crucen las de la Tierra u otros planetas. La exploración espacial de la Luna, los planetas terrestres y los satélites de los planetas exteriores ha revelado superficies profusamente craterizadas que testifican la continua lluvia de proyectiles a que han estado y están sometidas. Y refiriéndonos a la Tierra, el papel de los impactos en la historia geológica de nuestro planeta, su ecosfera y la evolución de la vida se han transformado en temas de gran interés multidisciplinar”.

Este es el caso de la extinción del período cretácico, que posiblemente acabó con gran número de especies hace 65 millones de años, entre ellas los dinosaurios; probablemente causada por el impacto de un cometa o un asteroide (un meteorito, según avalan las últimas investigaciones). El fenómeno Tunguska, que tuvo lugar mucho más cerca en el tiempo, en 1908, también es otro ejemplo de colisión de un cuerpo celeste con la Tierra. Tan sólo hace cuatro años (julio de 1994) asistimos a una colisión cósmica espectacular: los fragmentos de un cometa, el P/Shoemaker/Levy 9, chocaron con la atmósfera de Júpiter. Con estos antecedentes se llevan a cabo campañas sistemáticas de búsqueda de los llamados NEOs.

“La población de NEOs -continúa Serra- incluye objetos de tamaños que van desde algunas decenas de kilómetros de diámetro hasta el polvo interplanetario que continuamente cae sobre la Tierra en forma de meteoritos y estrellas fugaces. El principal riesgo para el desarrollo de la vida en la Tierra lo presentan los cuerpos de más de un kilómetro de diámetro, ya que, si bien su frecuencia estadística de impacto sería del orden de algunos por millón de años, sus consecuencias catastróficas afectarían a todo el planeta”.

Mediante el descubrimiento y la clasificación de la población de objetos que potencialmente pueden chocar contra la Tierra, se puede prevenir con gran antelación un fenómeno de este tipo. “De ahí la importancia -añade Serra-Ricart- de los programas de búsqueda como el nuestro. Para llevarlo a cabo utilizamos las

facilidades existentes en el Observatorio del Teide, en especial el telescopio OGS, con un mosaico CCD de gran campo; el IAC 80 para observaciones astrométricas y físicas; y el Infrarrojo *Carlos Sánchez*, también para observaciones físicas”.

El asteroide de *El Principito*

El Principito venía del asteroide B 612. No hemos encontrado referencias sobre él⁶⁷ (ni sobre los seis planetas que visitó antes de la Tierra), por algo es mera ficción. Pero sabemos que tenía tres volcanes y que era tan pequeño que este personaje, con sólo mover su silla, podía ver hasta 43 puestas de sol diferentes, crepúsculos de otros tantos astros circundantes.

Este asteroide sólo ha sido visto una vez con el telescopio en 1909, por un astrónomo turco. El astrónomo hizo, entonces, una gran demostración de su descubrimiento en un Congreso Internacional de Astronomía. Pero nadie le creyó por culpa de su vestido. Las personas mayores son así.

Felizmente para la reputación del asteroide B 612, un dictador turco obligó a su pueblo, bajo pena de muerte, a vestirse a la europea. El astrónomo repitió una demostración en 1920, con un traje muy elegante. Y esta vez todo el mundo compartió su opinión.

Si os he referido estos detalles acerca del asteroide B 612 y si os he confiado su número es por las personas mayores. Las personas mayores aman las cifras.⁶⁸

4.3.8. Los satélites (naturales)

Un *satélite* es un cuerpo celeste que describe una órbita alrededor de un planeta⁶⁹, aunque también se ha confirmado la existencia de satélites alrededor de asteroides⁷⁰ e incluso se sospecha que en cometas⁷¹. Todos los planetas, excepto Mercurio y Venus, tienen al menos una satélite natural. Se conocen 61 satélites naturales en el Sistema Solar, que no deben confundirse con los *satélites artificiales*, construidos por el hombre y lanzados al espacio: actualmente hay más de 27.000 objetos en órbita que pueden detectarse por radar.

Etimológicamente, satélite procede del latín *satelles*, que significa “guardia de corps”, “miembro de una escolta” o “sirviente”⁷². En 1611, Kepler fue el primero en aplicar el término a los planetas secundarios descubiertos en torno a Júpiter⁷³.

Los satélites naturales se pueden haber formado por varios mecanismos. Uno de ellos supone que se ha ido concentrando materia de la nube primigenia alrededor de un planeta en formación. También podría tratarse de asteroides que el planeta ha

capturado gravitatoriamente (probablemente es el caso de los satélites menores de Júpiter y de los dos de Marte). Por último, otra vía de formación es que los satélites resulten del desprendimiento de un fragmento del planeta tras una colisión cósmica, hipótesis que se ha barajado para explicar la existencia de la Luna.

La Luna

El término *luna*⁷⁴ procede de la palabra latina del mismo nombre. Según Room, este término está relacionado con *lux* ("luz", en latín), en el sentido de "iluminación"⁷⁵. Para referirse propiamente al satélite de la Tierra, el término se escribe con mayúscula y lleva antepuesto el artículo "la", mientras que se habla de las lunas de Júpiter o de Saturno, por ejemplo, en cuyo caso *luna* es sinónimo de *satélite* y se escribe con minúscula. Procedente de la raíz indoeuropea *MN*, fue *mene para los griegos*, *mensis* en latín, que significa "mes"⁷⁶.

En el pasado y según el país y la tradición, se creyó ver en la Luna desde una cara, una liebre, una mujer con un espejo, ... hasta un hombre cargando un haz de leña a la espalda (los ingleses dicen "The man in the Moon"). Cuando fue posible observar nuestro satélite con un telescopio, se descubrieron detalles de su superficie similares a los de la Tierra. A estos accidentes orográficos hubo que ponerles nombre, y los bautizos -como *mares*, *llanuras*, *montañas* y *valles*-, aun tratándose del objeto del Universo más próximo, se hicieron estableciendo algunos de los mayores equívocos en nomenclatura astronómica. Todo lo cual nos hace pensar que con el tiempo encontraremos cuán desafortunados son ciertos términos que ahora consideramos muy apropiados. Así, los llamados por los antiguos "mares" de la Luna, algunos de ellos tan extensos, de varios millones de km², como el *Océano de las Tempestades* o el *Mar de la Serenidad*, son amplias llanuras oscuras que se observan a simple vista y que no contienen agua. En efecto, antes fueron "mares", pero de lava. Es probable que la Luna haya tenido atmósfera en algunas épocas del pasado, pero nunca muy densa. De ahí que pese al descubrimiento de hielo en los polos de nuestro satélite, los "mares" seguramente siempre estuvieron secos.

Asimismo, en cuanto a los llamados "cráteres" de nuestro satélite (a los que nos referiremos posteriormente), ahora sabemos que en la Luna no existe actividad

volcánica como en la Tierra⁷⁷ (aunque ignoramos si pudo existir en el pasado) y que estos accidentes de forma circular en su superficie fueron producidos por impactos de meteoritos que cayeron sobre ella con toda la fuerza que traían desde el espacio.

Como curiosidad señalemos que en el siglo pasado se especuló mucho sobre una segunda luna de la Tierra⁷⁸. Frederic Petit, director del Observatorio de París, anunció en 1846 el descubrimiento de una segunda luna de nuestro planeta, lo que fue recogido en las novelas de Julio Verne *Viaje de la Tierra a la Luna* y *Viaje alrededor de la Luna*.

- ¡Es posible! -exclamó Miguel Ardan-. De modo que la Tierra tiene dos Lunas, como Neptuno...
- Sí, amigo mío, dos Lunas, aun cuando generalmente se cree que no tiene más que una. Pero esta otra Luna es tan pequeña, y su velocidad tan grande, que los habitantes de la Tierra no pueden percibirla. Sólo teniendo en cuenta ciertas perturbaciones, ha podido un astrónomo francés, el señor Petit, determinar la existencia de este segundo satélite y calcular sus elementos. Según sus observaciones, este bólido hace su revolución alrededor de la Tierra en tres horas y veinte minutos, lo cual supone una velocidad extraordinaria.

- ¿Admiten todos los astrónomos la existencia de este satélite?- preguntó Nicholl.

- No -respondió Barbicane-; pero si se hubieran encontrado con él, como nosotros, no podrían dudar de ella⁷⁹.

Ha habido varias propuestas de nombres para lo que podríamos llamar hipotética luna de la Luna. Entre estas propuestas se encuentra el término alemán *Kleinchen*, relacionado también con el nombre del astrónomo francés que defendía su existencia, y el nombre de una diablesa *Lilith*, sugerido por un astrólogo llamado Sepharial.

Otros satélites

El 7 de enero de 1610, Galileo descubrió con su telescopio que Júpiter tenía satélites. Él creyó que eran cuatro planetas que giraban en torno a Júpiter y los llamó *Astros Mediceos*⁸⁰, en honor de los Médicis por su mecenazgo. Se trataba de *Io*, *Europa*, *Ganimedes* y *Calisto*, todos ellos personajes mitológicos que fueron objeto de deseo de Zeus (Júpiter), dios del Olimpo. Estos nombres fueron propuestos por el astrónomo alemán Simon Marius (1570-1624), quien también observó los satélites en la época de Galileo (y quizá incluso antes que él). Sin embargo, a finales del siglo pasado aún era normal llamarlos simplemente con números romanos (I, II, III y IV), dado que las

referencias al adulterio y a la homosexualidad de los nombres mitológicos propuestos escandalizaban a muchos astrónomos.

Doménico Giovanni Cassini (1625-1712), quien descubrió *Iápeto*, el segundo satélite de Saturno -el primero, *Titán*, había sido descubierto por Christiaan Huygens (1629-1695)-, también quiso honrar a Luis XVI llamando *Ludovici* a los satélites de Saturno, del mismo modo que hiciera Galileo con los Médicis⁸¹.

Con los nuevos satélites los nombres son más sistemáticos. Cada satélite recibe ya una designación provisional a la espera de un nombre definitivo aprobado por la Asamblea General de la IAU. En cada caso están relacionados con los nombres de los satélites previamente conocidos. La única inconsistencia ha sido que, en caso de Júpiter, los satélites que giran en torno al planeta en el sentido normal (progrado) tenían nombres con terminación en "a" (*Leda*, *Amaltea*, ...) y los retrógrados con terminación en "e" (*Carme*, *Sinope*, ...). Esta norma se ha roto con el Júpiter XVI *Metis* sin razones aparentes.

Satélites de Marte: 2. *Fobos* y *Deimos*⁸², que en griego significan "terror" y "miedo", respectivamente. Fueron descubiertos en 1877 por el astrónomo estadounidense Asaph Hall (1829-1907), quien los bautizó con los nombres de los hijos de Ares (Marte para los romanos), el dios de la guerra en la mitología griega. Estos personajes acompañan siempre a su padre cuando éste interviene en las batallas.

Satélites de Júpiter: 16. Reciben nombres de la mitología griega y romana relacionados con el libidinoso Zeus, como ya hemos dicho. Son: *Metis*, *Adrastea*, *Amaltea*, *Tebe*, *Io*, *Europa*, *Ganimedes*, *Calisto*, *Leda*, *Himalia*, *Lisitea*, *Élara*, *Ananke*, *Carme*, *Pasífae* y *Sinope*.

Satélites de Saturno: 18. Reciben nombres de la mitología griega y romana. Son: *Atlas*, *Prometeo*, *Pandora*, *Epimeteo*, *Jano*, *Mimas*, *Encélado*, *Tetis*, *Telesto*, *Calipso*, *Dione*, *Helena*, *Rea*, *Titán*, *Hiperión*, *Iápeto*, *Febe* y *1981S13*, este último descubierto en 1990 y por tanto con un nombre provisional.

Satélites de Urano: 17. Reciben nombres de personajes de las obras de Shakespeare: *Cordelia, Ofelia, Bianca, Cressida, Desdémona, Julieta, Portia, Rosalinda, Belinda, Puck, Miranda, Ariel, Titania* y *Oberón*. *Umbriel* es la excepción, ya que se trata del "duende melancólico", del poema de Pope *The Rape of the Lock*. Los dos últimos satélites descubiertos se llamarán, siguiendo la tradición, *Calibán* y *Sycorax*, como dos personajes de Shakespeare en su obra *La Tempestad*.⁸³

Satélites de Neptuno: 8. Reciben nombres mitológicos asociados con el mar. Son: *Náyade, Thalassa, Despina, Galatea, Larissa, Proteo, Tritón* y *Nereida*. Con respecto a los nuevos satélites descubiertos, las designaciones han sido: *1989 N1, 1989 N2, ... 1989 N8*. Esta designación es el año del descubrimiento, "N" de Neptuno y el orden en que se van descubriendo (aunque también, casualmente, representa las distancias desde Neptuno, de fuera a dentro y los tamaños, de mayor a menor).

Satélite de Plutón: 1. Recibe el nombre de *Caronte* por el personaje mitológico que también pertenecía al mundo subterráneo y en cuya barca las almas de los muertos cruzaban los ríos que los separaban del reino de los vivos.

4.3.9. Los cráteres y otros accidentes topográficos en el Sistema Solar

Hoy, cada cuerpo del Sistema Solar tiene su política individual. El patrón ha sido fijado en gran medida por el precedente de la Luna. Inicialmente, cualquiera que publicara un mapa lunar podía asignar los nombres que quisiera (sucedió lo mismo con Marte). Una de las tareas de la IAU, al poco tiempo de constituirse, fue intentar poner orden en la caótica nomenclatura lunar y marciana de entonces.

Accidentes lunares

Si bien Galileo fue el primero en apuntar un telescopio en dirección a la Luna, no fue él quien bautizó los accidentes lunares que vio. Fue el astrónomo belga del siglo XVII Jan van Langren (conocido como Langrenus), Astrónomo de la Corte de Felipe IV, como recoge Room en la historia de la nomenclatura lunar incluida en su Diccionario.

En su mapa de la Luna, publicado en 1645, Langrenus recogía unos trescientos nombres para los accidentes más destacados, siendo éstos los de personajes famosos, reales o ficticios, desde personajes bíblicos y santos hasta los de miembros de la familia del propio Felipe IV y responsables de su administración y su corte. Sin embargo, estos primeros nombres no lograron sobrevivir, y hoy en día sólo tres de ellos se conservan en los mapas lunares modernos: los tres cráteres *Catalina* (de Santa Catalina), *Cirilo* (de San Cirilo) y *Teófilo* (de San Teófilo). Todos ellos se encuentran dispuestos muy cercanos entre sí.⁸⁴

Dos años más tarde, en 1647, el astrónomo alemán Hevelius publicó su famosa *Selenografía*, o atlas de la Luna, con mapas detallados de la superficie y con nombres completamente nuevos. Hevelius no siguió el principio “biográfico” de Langrenus, sino que transfirió nombres geográficos de la Tierra, especialmente los más viejos e históricos. Así, cuenta Room, su mapa recogía un *Euxinus Pontus*, o *Mar Euxino*, que es el nombre antiguo del Mar Negro, y a los cráteres que actualmente se llaman *Copernicus*, *Tycho*, *Tales* y *Eudymio* los llamó respectivamente *Sicilia Insula*, *Sina Mons*, *Sarmatici Montes* y *Lacus Hyperboreus*, es decir, *Sicilia*, *Monte Sinaí*, *Montes Cárpatos* y *Lago Norte* (el Océano Ártico).

Muchos de estos nombres ha caído en desuso desde entonces, igual que los de Langrenus, pero algunos se mantienen, entre ellos las cadenas montañosas de la Luna se siguen llamando *Alpes* y *Apeninos*. Aunque Langrenus tenía uno o dos nombres de agua en su mapa, como por ejemplo el *Mare Astrologorum* o *Mar de los Astrónomos* (actualmente *Mare Frigoris* o *Mar del Frío*), fue Hevelius el que puso en realidad esos nombres sobre el mapa, además de manera bastante literal. También bautizó como *Etna* y *El Gran Lago Negro*, a los hoy *Copernicus* y *Platón*. “Antes que él -señala Room-, Leonardo da Vinci había sugerido que las marcas de color más claro sobre la superficie de la Luna podían corresponder a zonas donde hubiera agua, mientras que ahora Hevelius asignaba hidrónimos a las zonas más oscuras, utilizando palabras latinas como *Oceanus* ('océano'), *Mare* ('mar'), *Lacus* ('lago'), *Palus* ('marisma') y *Sinus* ('estrecho')”⁸⁵.

Debe tenerse en cuenta que esta nomenclatura se estableció antes de saber con certeza que no había agua en nuestro satélite. Las zonas de la cara oculta de la Luna, fotografiada por la sonda lunar soviética *Luna 3* en 1959, también han recibido nombres de “mares”, como el *Mare Ingenii* (que no aparece en muchos de los mapas modernos) y el *Mare Moscoviense*.⁸⁶

Pero fue el astrónomo italiano Francesco Grimaldi (1618-1663) quien acuñó los nombres de la Luna que han sobrevivido en mayor número. Su mapa del satélite, que contenía más de 300 nombres, fue publicado en Nápoles en 1651 como parte del *Nuevo Almagesto* de su maestro, el astrónomo italiano Giovanni Riccioli (1598-1671). “Como fue Riccioli el autor de la obra en su conjunto -señala Room-, es él quien normalmente se lleva el crédito de nombres que en realidad introdujo Grimaldi, lo que resulta bastante injusto. En cualquier caso, fueron estos nombres los que trascendieron, y aún hoy se utilizan más de doscientos de ellos para designar los atributos lunares”⁸⁷.

Entre los términos que perduran se encuentran *Mare Imbrium* (*Mar de las Lluvias*), *Mare Crisium* (*Mar de la Crisis*), *Mare Nectaris* (*Mar del Néctar*), *Mare Nibium* (*Mar de las Nubes*), *Mare Vaporum* (*Mar de los Humores*) y *Mare Tranquillitatis* (*Mar de la Tranquilidad*), donde alunizó el Apolo XI en 1969.

Entre los que no se han conservado, están los llamados *terrae*: *Terra Grandinis* (*Tierra del Granizo*), *Terra Mannae* (*Tierra del Maná*), *Terra Caloris* (*Tierra del Calor*), *Terra Sanitatis* (*Tierra de la Salud*), *Terra Vitae* (*Tierra de la Vida*) y *Terra Siccitatis* (*Tierra de la Sequedad*) han sido desde entonces borrados del mapa. Room explica que muchos de estos nombres parecen haber sido ideados para tener una “contrapartida acuosa”, que sí se conservan, como el *Lacus Mortis* (*Lago de la Muerte*), en contraste con el desaparecido *Terra Vitae* (*Tierra de la Vida*), y el *Mare Frigoris* (*Mar del Frío*), opuesto al original ‘*Terra Caloris*’ (*Tierra del Calor*), hoy traspasado a Mercurio. “El efecto de estos claros contrastes se ha perdido actualmente puesto que falta la mitad de la pareja”⁸⁸.

Dos son las razones que apunta Room de por qué no existe ya ningún nombre *Terrae* en la Luna: la primera es que las “tierras” no eran realmente un elemento distintivo, en el sentido de que los “mares”, de color más oscuro, son y eran en algunos casos demasiado extensos; la segunda es que la palabra latina “terra” se traduce en algunos idiomas en el sentido de Tierra (el planeta), como sucede en español y en francés. “Tener nombres de ‘la Tierra’ en la Luna resulta inapropiado o incluso confuso”⁸⁹, subraya Room. Sí se utiliza, en cambio, la expresión “tierras altas” (*highlands*, en inglés); por ejemplo, el Apolo XIV aterrizó en las *Frau Mauro Highlands*.

Como Langrenus, Riccioli dio su propio nombre a un cráter, una gran llanura bordeada por una pared cerca del borde occidental de la Luna. Pero como no creía en la teoría copernicana según la cual la Tierra gira en torno al Sol, "mostró su desaprobación dando su nombre a un cráter, lanzando así a Copérnico a un Océano de las Tempestades"⁹⁰, comenta Room. Actualmente el prominente cráter *Copernicus* se encuentra en el *Océano Procellanum*.

En cuanto a la nomenclatura de los cráteres, "Riccioli (es decir, Grimaldi) realizó una importantísima contribución a la nomenclatura lunar, a diferencia del sistema aleatorio que tiempo antes desarrollara Langrenus⁹¹, señala Room.

Para los cráteres del Hemisferio Norte lunar, Grimaldi utilizó los nombres de filósofos famosos de la antigüedad y de hombres ilustrados, especialmente astrónomos, reservando los 'grandes' nombres para los cráteres de mayor tamaño, como *Aristóteles*, *Arquímides*, *Aristarco*, *Heródoto*, *Pitágoras*, *Platón* y *Tales*. Esto supuso inevitablemente importantes cambios de nombre, y los denominados por Langrenus *San Atanasio*, *Santa Margarita* y *San Antonio*, por ejemplo, se convirtieron respectivamente en *Platón*, *Ptolomeo* y *Plinio*. Cuenta Room que Riccioli (o Grimaldi) tampoco desdeñó sus inmediatos y pioneros predecesores, y asignó a dos cráteres los nombres de *Langrenus* y *Hevelius*.

Para los cráteres del Hemisferio Sur, Grimaldi reservó los nombres de eruditos más recientes, especialmente los renacentistas, y es aquí donde se encuentran Tycho Brahe, Regiomontano y Copérnico. "En algunos casos explica Room-, contribuyó incluso a dar los nombres de los discípulos de estos grandes hombres a cráteres menores cercanos a un 'progenitor' mayor, de modo que sigan estando, como estaban, al pie de sus respectivos maestros. De este modo, *Rhaeticus*, un asociado de Copérnico, tiene su nombre reflejado en un pequeño cráter cercano al del último, de mayor tamaño. El mismo principio se extendió incluso a escritores famosos y a su 'descendencia' literaria".⁹²

De una manera más amplia, estos hombres establecieron el modelo de nomenclatura lunar que se ha mantenido hasta ahora, incluso para los accidentes

del lado oculto de la Luna. No fue mucho antes de que aparecieran otros nombres geográficos, de manera que a los *Alpes* originales y los *Apeninos* se les sumaron los *Cárpatos*, los *Pirineos*, el *Cáucaso* y muchos otros.

En 1791, el astrónomo alemán Johannes Schröter añadió más de setenta nuevos nombres de cráteres, aunque su observatorio privado fue destruido por la invasión de tropas francesas en 1813, perdiéndose muchos de sus libros de notas más valiosos. En 1873, otros dos astrónomos alemanes, Mädler y Beer, publicaron su Gran Mapa de la Luna, donde añadían 140 nombres a la superficie lunar. Sin embargo, fue Schröter quien ideó originalmente el método⁹³ de designación por el cual se denominaba a los objetos aún sin bautizar según el nombre del cráter más cercano, añadiendo una letra o un número que indicara su particular naturaleza. Por ejemplo, a una depresión como, por ejemplo, un cráter o un valle, se le añadiría una letra mayúscula (A, B, C, D, ...), una elevación orográfica, como un pico o una colina, llevaría añadida una letra griega minúscula (α , β , γ , ...) mientras que los riachuelos observados como grietas o fisuras, llevarían un número latino (I, II, III, IV, ...) junto con la letra *r* (de *rima*, riachuelo en latín).

En los años siguientes se han aplicado otros nombres lunares siguiendo más o menos la misma tradición, si bien no fueron ya filósofos y teólogos los que dieran sus nombres a las nuevas características prominentes, sino científicos y exploradores, "pioneros" de tiempos relativamente modernos. Estos nombres han sido aprobados por la Unión Astronómica Internacional. (La primera lista aprobada fue la que recoge el informe "Named Lunar Formations", de Blagg y Muller en 1935).

Sobre la nomenclatura lunar actual, que está basada, como hemos visto, en la propuesta por Giovanni Grimaldi hace más de tres siglos, cabe hacer las siguientes observaciones apuntadas por Kidger:

- Los científicos del siglo XIX y, aún más, del XX salieron *mal parados* al quedar sólo unos cráteres pequeños o en zonas difícilmente observables del borde del disco.
- Los cartógrafos de la Luna tendieron a favorecer a los suyos, o los científicos de su propio país o a los que tenían sus mismas ideas.

- Se podía comprar un cráter en nuestro satélite indirectamente. Al financiar un nuevo mapa de la Luna, el "patrocinador" recibía su propio cráter como recompensa.

Al abrirse la cartografía de la cara oculta de la Luna por parte de sondas soviéticas, los científicos rusos, a instancias de su gobierno, quisieron *arreglar cuentas* y dieron a los cráteres más importantes nombres de científicos soviéticos exclusivamente. En 1964, la IAU decidió poner fin a tanta arbitrariedad: publicó un listado definitivo de nombres oficiales y definió las normas para la nomenclatura de los cráteres.

- Los cráteres sólo recibirán nombres de personas ya fallecidas, salvo en algunos casos totalmente excepcionales (como ha sido el de los primeros astronautas lunares).

- La Luna permanecerá multidisciplinaria, conmemorando a científicos de cualquier rama. Sin embargo, será competencia de la comisión responsable de la IAU reservar el nombramiento de un cráter en la Luna para algún reconocimiento especial. De esta forma, se han conmemorado los nombres de astronautas americanos y soviéticos fallecidos en sus respectivos programas espaciales.

Ahora, los nombres propuestos para ellos son presentados ante la Asamblea General de la IAU para su aprobación.

En honor del físico y químico español Miguel Catalán Sañudo (1894-1957), en 1969 la IAU dio el nombre de *Miguel Catalán* a uno de los cráteres de la Luna recién descubiertos. Este científico estudió el *efecto Zeeman* y la espectroscopía relacionada con la astrofísica.

Los *Montes Teneriffe* (antigua grafía inglesa) también están en la Luna, a propuesta del astrónomo Charles Piazzi Smyth, quien los descubrió cuando comprobaba la extraordinaria calidad del cielo de Canarias. (Hoy constituyen, con sus coordenadas, el logotipo del Museo de la Ciencia y el Cosmos del Cabildo de Tenerife). Piazzi Smyth también dispone de un cráter con su nombre.

Accidentes de otros planetas

Los otros planetas del Sistema Solar son más explícitos en sus sistemas de nomenclatura de cráteres y son muchas menos las excepciones a la pauta marcada:

Mercurio: artistas, escultores, compositores, etc. (Ejemplos: *Verdi*, *Beethoven*, *Miguel Angel*, *Mozart*, *Tolsoj (Tolstoi)*, etc.). El cráter *Kuiper* es una de las pocas excepciones a la norma de gigantes de las artes. Este cráter fue uno de los primeros reconocidos en las imágenes de la sonda *Mariner X* e inmediatamente nombrado por el entonces recién fallecido Gerard Peter Kuiper (1905-1973), uno de los promotores de la sonda en la NASA.

Venus: Generalmente divinidades de diferentes culturas: griega (*Afrodita*, *Febe*), hindú (*Lakshmi*), del oriente próximo (*Ishtar*) y judeocristiana (*Eva*), pero con muchas excepciones (*Lise Maitner*, *Maxwell*, etc.). Teóricamente, sólo se permiten los nombres femeninos. *Maxwell* "se coló" antes de imponerse esta normativa.

Víctor Rodríguez, en una de sus *Crónicas de Astronomía*, con motivo de la cartografía del planeta Venus que realizó la sonda *Magallanes*, escribe:

La cantante lírica María Callas, la estilista Coco Chanel, la empresaria cosmóloga Elizabeth Arden y unas cuatro mil mujeres célebres de nuestro planeta, prestaron sus nombres para bautizar los accidentes topográficos del planeta Venus, registrados por la astronave de exploración planetaria *Magallanes*. ... La sonda *Magallanes* ha sido la encargada de realizar el primer mapa completo del brillante planeta Venus, astro cubierto por nubes externas. ... Dar nombre a todos los volcanes, montañas y cráteres de impacto existentes en Venus, constituye una aventura única en la historia de la cartografía.⁹⁴

Marte: Científicos, muchas veces asociados con el estudio del planeta. La nomenclatura de este planeta fue clarificada por la IAU en 1958. En ella se mantienen en lo posible los nombres propuestos por Giovanni Virginio Schiaparelli (1835-1910) a finales del siglo pasado (ampliados por Eugenios Antoniadi (1870-1944), ya en el siglo XX), aunque para reflejar los descubrimientos de las sondas se han introducido algunas modificaciones. Por ejemplo: *Nix Olímpica (las Nieves de Olimpo)* ya es *Olimpus Mons (Monte Olimpo)*; *Syrtis Mayor* ya es *Syrtis Planitia (el Syrtis Plateau)*; etc.

[Schiaparelli] estableció las coordenadas de cierto número de puntos fundamentales con los que pudo hacer la descripción topográfica, por medio de dibujos, de las regiones cercanas a

éstos, trazando así un mapa completo de las configuraciones del planeta. Éstas están minuciosamente descritas por Schiaparelli, quien, siguiendo el uso de sus predecesores, adoptó una vasta nomenclatura de nombres tomados de la geografía poética y de la arqueología mítica, para distinguir una de la otra las formaciones de la misma especie. De tal modo, su nomenclatura, que se ha adoptado en general, indica con nombres eufónicos y evocadores una serie de detalles cuyas conexiones y relaciones no se podrían recordar utilizando número o letras del alfabeto⁹⁵.

Como curiosidad, *Calahorra* es desde 1997 un cráter de Marte a propuesta de su descubridor, Jim Rife, un científico estadounidense que ha querido honrar así la memoria de su bisabuelo paterno, nativo de esta ciudad de La Rioja.⁹⁶

Fobos y Deimos: personas directamente asociadas con la predicción literaria (*Swift*, *Voltaire*) o con el estudio del planeta (por ejemplo, *Asaph Hall* y su mujer, *Angeline Stickney*).

Satélites Galileanos: suelen ser temáticos. A Calisto le han asignado los dioses del panteón nórdico (*Loki*, *Valjala*, *Asgard*); a Europa, nombres griegos (*Thera Macula*, *Cadmus Linea*, *Minos Linea*, etc.), ...

"Se ha hecho un esfuerzo -comenta Kidger- por no duplicar nombres ya utilizados en la Luna, aunque con menos de un 100% de efectividad".

4.3.10. Los anillos planetarios

Hasta ahora se ha seguido la pauta del sistema establecido para cualquier nuevo descubrimiento dentro del Sistema Solar. Un nuevo anillo recibe la misma designación que un satélite nuevo, aunque con "R" de anillo (*Ring*), por ejemplo, los anillos de Neptuno son el 1989 N1R, 1989 N2R, ... 1989 N5R. Se ha intentado llamar a los dos anillos principales de Neptuno "Adams" y "Leverrier", por los matemáticos que predijeron el descubrimiento del planeta, pero estos nombres carecen de sanción oficial.

En Júpiter han perdurado algunos nombres descriptivos como *Halo*, *Main (Principal)* y *Gossamer*.

En Saturno, como los anillos principales siempre se han llamado "A", "B" y "C", el alfabeto se ha extendido a "D", "E" (también de "Extendido" por ser el anillo muy tenue exterior que se extiende hacia los satélites), "F" y "G".

Urano tiene una mezcla de lo nuevo y lo viejo con los primeros conocidos "Alfa", "Beta", ... "Eta"; los siguientes descubiertos "4", "5" y "6" y los dos nuevos descubiertos con el *Voyager 1986 U1R* y *1986 U2R*.

Otros accidentes superficiales

La IAU ha reglamentado la nomenclatura de forma que, en cualquier cuerpo (menos la Luna, que ya es insalvable), un tipo de accidente tiene el mismo nombre genérico. Por ejemplo, una cadena de cráteres tendrá su nombre y Catena ("cadena") a continuación; lo mismo un valle o cualquier otra clase geológica.

A continuación se resume cómo se aprueban los nombres relacionados con los accidentes de los cuerpos del Sistema Solar, extraído de las páginas web de la IAU en Internet ya mencionadas:

Cuando se obtienen imágenes de la superficie de un planeta o un satélite, se elige un tema para nombrar los accidentes orográficos más importantes, tarea que realiza un grupo de la IAU. Después, cuando se obtienen imágenes y mapas de alta resolución, se bautizan más accidentes, si bien a propuesta de los investigadores que estén trabajando en estos mapas. Aun así, cualquier persona -científico o no- puede sugerir un nombre para un accidente específico. Los nombres considerados más apropiados por el grupo de la IAU lo envía al WGPSN, que se reúne una vez al año. Este grupo transmite su lista de nombres recomendados a la reunión anual del Comité Ejecutivo de la IAU, que comprueba que los nombres se ajustan a las normas de este organismo. Los nombres elegidos son presentados para su "adopción" o aprobación en la Asamblea General de la IAU, que se reúne cada tres años. Un nombre no es considerado oficial hasta que esta Asamblea General le da el visto bueno. Los nombres aprobados por el Comité Ejecutivo, pero aún no por la Asamblea General, se mantienen con la etiqueta de "provisional".

4.3.11. Los cometas

El término *cometa* significa "cabelludo" y procede, aunque a través de la palabra latina del mismo nombre, del griego *kometes*, adjetivo a su vez derivado de *kome* ("cabellera"). La analogía se produce, en este caso, porque los cometas parecen estrellas difusas con una aureola luminosa alrededor, como si se tratara de una cabeza rodeada de una cabellera. La *coma*, o cabeza propiamente del cometa, traduce exactamente la palabra griega *kome*. Además, los cometas van acompañados de unas características *colas*, siempre en sentido opuesto al Sol, como se explica a continuación.

“Bolas de nieve sucia”

En el texto de un cartel de divulgación dedicado a los cometas, escrito por Itziar Anguita y editado por el Gabinete de Dirección del IAC, se explica qué es un cometa y cómo pueden ser sus órbitas:

Los cometas son “bolas de nieve sucia”, que habitan en los confines del Sistema Solar, en una gigantesca envoltura compuesta por la *Nube de Oort* y el *Cinturón de Kuiper*, que probablemente se formó, junto al resto de nuestro Sistema Solar, hace unos 4.500 millones de años. Sometidos a la fuerza de la gravedad, como cualquier objeto del Universo, choques entre ellos o el “tirón gravitatorio” de una estrella cercana son capaces de arrancarlos de su nube y precipitarlos hacia el Sol. Una vez iniciado el viaje, nuevos encuentros gravitatorios definirán su órbita. Una órbita parabólica o hiperbólica (ambas curvas abiertas) significa que el cometa caerá hacia el Sol, lo rodeará y se alejará de él para no volver nunca más. Una órbita elíptica (curva cerrada) nos indica que el cometa volverá y, cuanto menos alargada sea la elipse, menos tiempo tardará en hacerlo.

Estas “bolas de nieve sucia”, como se dice en el cartel, recogiendo la expresión del modelo propuesto en 1949 por el astrónomo estadounidense Fred Lawrence Whipple (n. 1906)- están compuestas sobre todo de agua y, en menor proporción, de monóxido y dióxido de carbono, cianuro, silicatos, además de hidrocarburos y otros compuestos orgánicos en una proporción desconocida. Sus diámetros pueden superar los 100 km inicialmente. Conforme se acercan al Sol, los gases helados que contienen se evaporan originando alrededor del *núcleo* el halo esférico que llamamos *coma*. A medida que la distancia al Sol disminuye, la cabellera aumenta, hasta alcanzar cientos de miles de kilómetros (en casos extremos, la *coma* ha sido mayor incluso que el Sol)⁹⁷. Simultáneamente, el viento solar empuja las partículas de la *coma* en sentido opuesto al Sol formando una *cola* que puede llegar a medir a veces hasta cientos de millones de kilómetros. Hasta 1996 sólo se conocían dos tipos de *colas*: la de polvo y la de gas. En el cometa *Hale-Bopp* se detectaron además dos *colas* de sodio: una debida al sodio (también potasio) del núcleo, no observada anteriormente en ningún cometa y, por tanto, objeto de titulares de prensa, y otra debida a la evaporación del sodio de los granos de polvo en la *cola* del cometa (aunque sobre esta *cola* hay discrepancias en cuanto a si realmente debe considerarse un cuarto tipo).

Tras dar una vuelta al Sol, los cometas se alejan y se vuelven a convertir en frías bolas de gases, aunque ahora un poco más pequeñas dadas las pérdidas que han tenido

en su trayectoria, que se difuminan por el espacio⁹⁸ y que en su intersección con la órbita de la Tierra dan lugar, como ya hemos explicado, a las famosas *lluvias de estrellas*.

La nube de Oort

El astrofísico holandés Jan Hendrik Oort (1900-1992) propuso en los años 50 la existencia de una hipotética nube donde estarían confinados unos 100.000 millones de núcleos cometarios, más allá de las órbitas de los planetas, en el borde del Sistema Solar⁹⁹. Supuestamente el efecto gravitatorio de las estrellas vecinas desvía a los cometas de sus órbitas y los envía hacia el Sol. En esta caída pueden ser capturados por los campos gravitatorios de los planetas, que los transforman así en cometas de corto período.

El cinturón de Kuiper

Es una hipotética banda que contiene hasta 1.000 millones de cometas, más allá de la órbita de Plutón y cuya capa exterior limita con la capa interior de la *Nube de Oort*. Fue sugerida en 1951 por el estadounidense Gerard Peter Kuiper (1905-1973), de ahí su nombre. (Kuiper fue pionero en el uso de aviones equipados con telescopios infrarrojos; de ahí que el avión conocido como *Kuiper Airborne Observatory* también llevara el nombre de este astrónomo). En los años setenta, la existencia de esta banda se hizo cada vez más necesaria en el plano teórico ya que, de otra forma, no se explicaba fácilmente cómo podrían llegar a existir tantos cometas de corto período.

Cazadores de cometas

Antiguamente se creía que los cometas eran el resultado de vaporizaciones de la Tierra o fenómenos de reflexión luminosa¹⁰⁰. Fue Séneca (4 a.C-65 d.C.) el primero en intuir la naturaleza celeste de estos astros que se desplazaban sobre el fondo de las estrellas aparentemente fijas. Tycho Brahe demostró, ya en 1577, que los cometas procedían del espacio, mucho más allá de la órbita de la Luna, y Edmund Halley

demostró en 1682 su periodicidad al calcular la órbita del cometa que lleva su nombre.

Hasta mediados del siglo XVIII sólo eran conocidos unos 50 cometas. Pero entonces apareció Messier, "el hurón de cometas"¹⁰¹, como le llamó Luis XV. "Durante unos quince años, casi todos los descubrimientos de cometas fueron hechos por Messier, así que él casi los consideraba de su propiedad".¹⁰² Hoy la IAU acepta 12 cometas con el nombre de *Messier* (uno compartido con Pierre Méchain). Un decimotercer cometa de Messier que no lleva su nombre se bautizó *Lexell* por el astrónomo que calculó su órbita. Messier observó otros 6 cometas más, los cuales habían sido descubiertos por otros (uno era el *Halley* en 1759), razón por la que la IAU no los acepta como descubrimientos suyos.

Nomenclatura antigua

Los astrónomos han registrado las apariciones de los cometas y apuntado sus características ya desde antiguo. Se les conocía con nombres como el *Gran Cometa* de tal año, si realmente lo era, o con antropónimos (el cometa de *Méchain*, el cometa de *Herschel*, ...). Al construirse telescopios mayores, el número de cometas descubiertos aumentó tanto, que los adjetivos fueron insuficientes y se hizo necesario introducir un modo de identificarlos.

Al principio recibían el nombre del descubridor, pero posteriormente, algunos cometas observados ya habían sido vistos en otra época, debido a que retornan a las cercanías del Sol cada cierta cantidad de años, formando los denominados cometas "periódicos", como el famoso cometa *Halley*. Varios de estos cometas recibieron el nombre de la persona que había calculado con exactitud matemática su órbita alrededor del Sol (fue el caso de los cometas *Encke*, *Crommelin* y *Lexell*¹⁰³, además del *Halley*). Actualmente, los astrónomos aficionados descubren más de una docena de cometas al año¹⁰⁴, los cuales, por lo general llevan el nombre de su descubridor y la fecha del descubrimiento.

Hasta hace pocos años, cuando se descubría un cometa nuevo, la IAU le asignaba un número que correspondía al año del descubrimiento y una letra de nuestro

alfabeto, según el orden secuencial de la observación (Ejemplo: *Bennett 1969j*¹⁰⁵). Si se trataba de un cometa periódico conocido también recibía una designación en función del año y la letra; por ejemplo, el *Halley* fue designado como *Halley (1982i)*, pese a ser la trigesimoprimera vez que oficialmente se "descubría". El sistema reconocía así el mérito de volver a encontrar un cometa que, tal vez, no se había visto en muchos años.

Al ser un cometa nuevo, o aparentemente nuevo, además de su designación inicial, se bautizaba con el nombre de su descubridor o descubridores, hasta un máximo de tres nombres¹⁰⁶ (en el futuro, el máximo serán dos) y siguiendo el orden de llegada del aviso antes de la confirmación definitiva, aunque no necesariamente¹⁰⁷. En este proceso se han dado casos complejos, como nos comenta Mark Kidger, astrofísico del IAC y experto en cometas:

De vez en cuando este sistema colapsaba o amenazaba con colapsar, como cuando cinco japoneses descubrieron el cometa *1975k* en un intervalo de entre 15 y 30 minutos (según los distintos informes del incidente), o cuando un informe evidentemente prioritario se extraviaba o retrasaba por alguna razón o, sencillamente, porque el grupo descubridor era grande (como ha sucedido con algunos cometas descubiertos por distintos satélites). En este último caso, se solía utilizar el nombre del satélite (*IRAS*, *SOLWIND*, *SMM*, *SOHO*, etc.). A veces, un cometa era detectado por un satélite y visualmente, desde la Tierra, como el *IRAS-Iraki-Alcock*. Otras, se rectificaba el nombre de un cometa al agregar posteriormente al anuncio de su nombre, el nombre de un descubridor independiente. También había una norma fija de no repetir nombres dentro de un mismo cometa: los cometas descubiertos por Carolyn Shoemaker, Eugene Shoemaker y David Levy fueron "Shoemaker-Levy" y no "Shoemaker-Shoemaker-Levy". Podría darse el caso de que dos personas independientes con el mismo apellido descubrieran el mismo cometa, y entonces el sistema se sometería a la prueba definitiva.¹⁰⁸

Al año siguiente de la designación provisional con letra, la IAU concedía una designación permanente según el orden en que los cometas del año habían pasado por el perihelio, indicando tal año y un número romano. Por ejemplo, el *Halley* fue el tercero en pasar por perihelio en 1986 y, por tanto, se convirtió en el *P/Halley (1986III)*.

Si resultaba que un cometa nuevo era periódico -con un período inferior a 200 años-, como el anterior, se reflejaba con una "P/" delante del nombre, y si no era el primer cometa periódico descubierto por el descubridor o los descubridores, se añadía el número que indicaba el orden del descubrimiento (por ejemplo, el cometa *P/Shoemaker-Levy 9*, descubierto en 1993, fue el noveno cometa periódico de los Shoemaker¹⁰⁹ y Levy). Al identificarse recientemente que el cometa *Machholz (1994o)*

era periódico, éste se renombró *P/Machholz 2* (1994o) y el anterior cometa *P/Machholz* pasó a ser *P/Machholz 1*.

A veces sucedía que un cometa periódico era antiguo, pero no se le había reconocido inicialmente. El cometa *Brewington* (1992a) fue posteriormente identificado con el *P/Metcalf* (1906 VI), un cometa de corto período observado una vez y perdido desde entonces. Al reconocer esta circunstancia, el *P/Metcalf* y el *P/Brewington* se convirtieron en el *P/Metcalf-Brewington*. Más complejo fue aún el caso de *P/Pons-Winnecke-Coggia-Forbes*; aquí, el mismo cometa fue descubierto en tres ocasiones distintas y, posteriormente, renombrado como *P/Cromellin*, por el científico que realizó el estudio definitivo de su órbita.

Nuevas normas oficiales

La normativa anterior regía hasta hace poco. En una reunión del 24 de agosto de 1994, la Asamblea General de la IAU adoptó una resolución que supuso un cambio (efectivo desde el 1 de enero de 1995) en el sistema de designaciones cometarias¹¹⁰. Con esta nueva normativa se hacía frente a la dificultad de decidir si un objeto en particular era de hecho un cometa o un planeta menor. En los últimos años se había demostrado que objetos inicialmente identificados como *asteroides* resultaron ser *cometas*, y viceversa. Por ejemplo, el asteroide 4015 fue identificado posteriormente con el cometa *Wilson-Harrington*, que se observó durante una semana en 1949 y luego desapareció. También se apreciaron una *coma* y una *cola* en el asteroide 2060 (*Quirón*) al aproximarse al perihelio, el punto de su órbita más cercano al Sol. Además, el sistema antiguo no permitía incluir fácilmente los nuevos cometas descubiertos retrospectivamente, a veces con meses o años de retraso.

La resolución de la IAU establece un sistema único para los cometas similar al de los asteroides, que ya hemos visto. Los actuales sistemas de año/letra y año/número romano han sido sustituidos por un sistema único para cometas y planetas menores. Así, el tercer cometa del que se informe como descubierto durante la segunda mitad de febrero de 1995 será designado *1995 D3*.

La supuesta naturaleza de un objeto puede ser indicada anteponiendo "A/" para planeta menor, "C/" para cometa, "P/" para cometa periódico, "X/" para un cometa cuya órbita no puede calcularse con precisión (se aplica a muchos de los cometas observados por el satélite *SOHO*) y "D/" para un cometa desaparecido y, presuntamente, extinto (no para un cometa perdido temporalmente).

En un proceso análogo a la numeración permanente de los planetas menores, se definen números secuenciales para cometas cuya periodicidad haya sido bien establecida. Cualquier cometa que se haya visto en dos ocasiones ya recibe un número, que en tales casos preceden a la anotación "P/" o "D/" (*1P/Halley*, *3D/Biela*): las reapariciones "rutinarias" de estos cometas periódicos no recibirán en el futuro designaciones adicionales. El sistema también permite el reconocimiento de componentes de los cometas que estén fragmentados con letras ("A", "B", "C", etc.), a partir de las imágenes cometarias que hayan sido advertidas en los registros, y la indicación de que algunos cometas periódicos se hayan perdido o, como en el caso del *P/Shoemaker-Levy 9* (ahora *D/1993 F2*), destruido.

En la resolución de la IAU también se dice que en términos generales se mantendrá la tradición de que los cometas reciban el nombre de sus descubridores, mientras que al mismo tiempo se apunta la necesidad de "asegurar claridad y simplicidad".

En la lista de cometas más importantes que ofrecemos a continuación y que hemos confeccionado siguiendo la propuesta por Stan Gibilisco¹¹¹, corregida y ampliada por Mark Kidger, vemos que algunos nombres, los más antiguos, sólo hacen referencia al año de su descubrimiento, mientras que los más modernos ya se designan con el nombre del descubridor.

- *Cometa del año 240 a.C. (era el Halley)*
- *Cometa del año 146 a.C. (descrito por Séneca)*
- *Cometa de Julio César¹¹² (año 44 a.C.)*
- *Cometa del año 1066 (era el Halley)*
- *Cometa del año 1077*
- *Cometa del año 1106¹¹³*
- *Cometa del año 1222 (era el Halley)*

- El Gran Cometa del año 1264
- Cometa de Giotto (¿el Halley?) 1301
- Cometa del año 1402
- Cometa del año 1472
- Cometa del año 1577 o Cometa de Tycho¹¹⁴
- Cometa Kirch¹¹⁵, 1680
- Gran Cometa de 1744 o Cometa de De Chesaux¹¹⁶
- Cometa Halley 1759¹¹⁷
- Cometa Biela, 1772, 1846 y 1852 I
- Gran Cometa Flaugergues 1811
- Cometa 1843 I
- Cometa Donati 1858 VI
- Gran Cometa 1861 II¹¹⁸
- Cometa Swift-Tuttle 1862 III¹¹⁹
- Gran Cometa de 1882 o Cometa Wells
- Gran Cometa de Enero¹²⁰, El cometa de día o Cometa 1910 I
- Cometa Halley 1910 II
- Cometa 1914V¹²¹
- Cometa Skjellerup-Maristany 1927 IX
- Cometa 1947XII o El cometa austral
- Cometa Arend-Roland¹²² 1957 III
- Cometa Mrkos¹²³ 1957 V
- Cometa Ikeya-Seki¹²⁴ 1965 VIII
- Cometa Bennett¹²⁵ 1970 II
- Cometa Kohoutek¹²⁶ 1973 XII
- Cometa West¹²⁷ 1976 VI
- Cometa Austin 1990 V
- Cometa Levy 1990 XX
- Cometa Shoemaker-Levy, 1993 e
- Cometa Hyakutake 1996 B2
- Cometa Hale-Bopp, 1995 O1

Los últimos cometas del siglo

En 1910, el astrónomo Jean Mascart vino expresamente a las Islas Canarias para ver el paso del cometa *Halley*. Este cometa volvió a pasar por el cielo en 1986, y los Observatorios del IAC se unieron al Programa Internacional para su observación. Previamente, en 1976, hubo otro cometa importante: el *West (C/1975 VI)*, uno de los más brillantes del siglo, que fue observado desde el Observatorio del Teide, con el telescopio "Carlos Sánchez". A este cometa le han seguido muchos, como el *Levy* o el *Austin*, que fueron observados desde Canarias y que al final no fueron tan espectaculares como se esperaba.

Pero llegamos a 1994, año en el que tuvo lugar un fenómeno extraordinario: el choque de un cometa con uno de los planetas del Sistema Solar. Este impacto, que fue predicho con un año de antelación y con gran exactitud, produjo uno de los mayores esfuerzos coordinados de observación de la historia de la astronomía. Los investigadores del IAC, utilizando los telescopios del Observatorio del Teide y del Roque de los Muchachos, fueron los primeros en detectar, el sábado 16 de julio a las 20:18 Tiempo Universal (21:18 hora canaria), el impacto del cometa *P/Shoemaker-Levy 9* en Júpiter.

A finales de 1995, el IAC ofrecía también la primera película de un nuevo cometa muy prometedor, especialmente para 1997: el *Hale-Bopp*. Pero en enero de 1996, cuando aún estábamos con este cometa en mente, apareció en el cielo el cometa *Hyakutake*, el más brillante desde hacía 20 años. Por esta razón, el IAC organizó el concurso "El Cometa, ¡agárralo como puedas!" y propuso a las agrupaciones de astrónomos aficionados una observación simultánea en toda España la noche del 23 de marzo de 1996 (cita a la que acudieron más de 50.000 personas).

"No cabe duda de que estamos viviendo uno de los decenios más prolíferos¹²⁸ en cuanto a la observación de cometas se refiere. En los tres últimos años hemos vivido las hazañas de tres cometas, el *Shoemaker-Levy*, el *Hyakutake* y el *Hale-Bopp*. Ante el asombro popular y el entusiasmo de los astrónomos, estos últimos cometas han relegado a un segundo plano la última aparición del *Halley*. La revolución ha sido total, los últimos cometas del siglo XX no sólo han contribuido a que la astronomía entre en todos los hogares, sino que han sido los causantes del nacimiento de un nuevo tipo de astrónomos: los *ciberastrónomos*, cuyo universo se encuentra en el

ciberespacio"¹²⁹. Con estas palabras, el astrofísico Miquel Serra-Ricart resumía la conferencia que pronunció en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife con motivo de la entrega de diplomas del concurso "El Cometake, agárralo como puedas".

El cometa *Halley*

El primer relato¹³⁰ de la aparición de un cometa procede de una crónica china de en torno al 1059 a.C.¹³¹. En él se cuenta que cuando el rey Wu-Wang emprendió una guerra punitiva contra el rey Chou, una estrella "escoba" apareció en el cielo con el palo apuntando hacia el este. Este cometa podría haber sido el cometa *Halley*.

"Tsin Tasau Kung -informa una crónica del astrónomo venezolano Víctor Rodríguez- nos dice en sus escritos que un 'hui' fue visible en el cielo durante muchos días. En el año 543 a.C., Jenofonte de Colofón observó dicha reaparición y los chinos afirmaban haber observado 'un gran pájaro' en otoño del séptimo año de Chou Ching Wang"¹³². Según recoge otra crónica de este autor, "el cometa *Halley* había sido estudiado por los Incas y sus sacerdotes lo habían bautizado con el nombre de 'Chupayoc/Quyllur', que en la antigua lengua inca significa "estrella con cola".¹³³

El cometa *Halley* debe su nombre al astrónomo inglés Edmund Halley, quien lo observó en 1682. Fue el primer cometa en recibir el nombre del astrónomo que calculó su órbita y no el de su descubridor, G. Dorffel¹³⁴, el observador que lo siguió aquel año en particular (el cometa había sido observado periódicamente, cada 76 años y 363 días, desde el año 240 a.C., año en que de nuevo una crónica china registró su aparición¹³⁵). Halley calculó la órbita de 24 cometas y publicó los resultados en su *Astronomia Cometicæ Synopsis*, aparecida en 1705. Lamentablemente, murió de poliomielitis en 1742, a la edad de 86 años, y no pudo ver el cometa que fue bautizado años después con su nombre. Se cuenta que, aludiendo a los cálculos matemáticos realizados en 1705 sobre la órbita y retorno del gigantesco cometa, Edmund Halley pidió años después que si el cabelludo astro regresaba a las cercanías del Sol en 1758 (después dijo 1759, cuando revisó su predicción), como sus cálculos habían previsto, la posteridad recordase que dicha predicción científica se debía a un inglés¹³⁶. El deseo fue satisfecho, puesto que el

cometa, después de su regreso el 25 de diciembre de 1758 y su paso por el perihelio en 13 de marzo de 1759, fue bautizado con su nombre.

El cometa *Shoemaker-Levy*

Un cometa con un nombre complejo -el *P/Shoemaker-Levy 9*- alcanzaba en 1994 mayor popularidad que el propio *Halley*, hasta entonces "el cometa" por antonomasia. Fue descubierto, el 24 de marzo de 1993, por tres conocidos buscadores de cometas como su nombre indica: el matrimonio Shoemaker (Eugene y Carolyn) y David Levy¹³⁷.

Este cometa, tras quedar atrapado en la órbita de Júpiter y romperse en múltiples fragmentos, no sólo perdió la *P/* que se anteponía a su nombre indicando su carácter periódico. También perdió su vida, estrellándose contra el planeta. Hay quien sugiere que el *Shoemaker-Levy* no fue un cometa sino un asteroide.

"Desde la antigüedad -se dice en el cartel del IAC-, los cometas han despertado inquietud en el ser humano, y no es para menos pues, aparte de la belleza de su visión, hoy sabemos que tanto el origen de la vida como la desaparición de algunas especies, entre las que se encuentran los dinosaurios, pudo haberse originado tras impactos de cometas sobre la Tierra. Estas colisiones son improbables, pero no imposibles". Y el choque del *Shoemaker-Levy* con Júpiter lo había demostrado.

El cometa *Hyakutake*

Este cometa fue descubierto el 30 de enero de 1996 por un astrónomo aficionado japonés del mismo nombre (éste era el segundo que descubría en poco tiempo). La IAU lo bautizó con el apellido de su descubridor -Yuji Hyakutake-, siendo su número de identificación el *C/1996 B2*.

No volverá a visitarnos hasta dentro de 20.000 años, aunque también se cree que su núcleo, muy activo, podría ser un fragmento de otro cometa que se rompió en un viaje anterior.

El cometa *Hale-Bopp*

El cometa *Hale-Bopp* fue descubierto la noche del 22 al 23 de julio de 1995 y, como su nombre indica, por dos observadores estadounidenses simultáneamente: Alan Hale, desde Nuevo México, y Thomas Bopp, desde Arizona. Ambos observaron una mancha algodonosa cerca de *M70*, en la constelación de *Sagitario*, y de forma independiente lo comunicaron a la Oficina Central de Telegramas Astronómicos. La IAU reconoció a los autores del descubrimiento designando al nuevo cometa -el *C/1995O1*- con el nombre *Hale-Bopp*.

Éste ha sido el cometa más importante de los últimos años. Su gran tamaño y extraordinaria actividad, unido a la observación de una cola de sodio desde el Observatorio del Roque de los Muchachos, hicieron del *Hale-Bopp* un cometa muy atractivo.

¿Ha sido el *Hale-Bopp*, al que quizá volvamos a ver dentro de 2.364 años- el último gran cometa del siglo XX? "Por estadística podríamos decir que sí, y yo creo que será el último"¹³⁸, señala el astrónomo Richard West, investigador principal del equipo europeo que estuvo observando el cometa con los telescopios de los Observatorios del IAC. West observó el 5 de noviembre de 1975 el cometa que lleva su nombre, el primero de los cuatro cometas (dos periódicos) que ha descubierto hasta ahora. "Es una sensación muy agradable el que un cometa lleve el nombre de uno", nos comentó en una entrevista personal.

4.3.12. El Sol y las estructuras solares¹³⁹

La palabra latina *Sol* sustituyó al dios griego *Helios*, aunque este término se ha mantenido como prefijo en derivados relacionados con nuestra estrella. Por ejemplo: *heliofísica*, *heliosismología*, *helipausa*, *heliocéntrico*... A otras estrellas también se les llama *soles*.

Edward Walter Maunder (1851-1928) descubrió en 1894, cuando estudiaba antiguos registros de actividad solar en el Observatorio Real de Greenwich, que durante los setenta años que siguieron a 1645 se observaron muy pocas *manchas solares*. A este

mínimo en la frecuencia de aparición de estas estructuras solares, que parecen oscuras por encontrarse más frías que el resto de la superficie, se le llama *mínimo de Maunder*. A las manchas solares, de corta vida, no se les asigna nombres oficiales (generalmente el número de catálogo del observatorio), pero los astrónomos que las estudian las bautizan con nombres familiares. En el Instituto de Astrofísica de Canarias, por ejemplo, es famosa internamente una espectacular mancha solar llamada *Claudia*. Las *manchas* también tienen su propia estructura, distinguiéndose entre *umbra* (sombra), la parte central más oscura, y *penumbra*, la parte exterior de color más claro.

Además de *manchas*, los astrofísicos estudian muchas otras estructuras en el Sol que han resultado de un mayor conocimiento de nuestra estrella. Las *fáculas* (de la palabra latina que significa "pequeña antorcha") son áreas brillantes de la *fotosfera*, una de las capas del Sol, mientras que los franceses han llamado *plages*, literalmente "playas", a las áreas de gas más brillantes y calientes de la *cromosfera*, la capa solar por encima de la *fotosfera*. Las *protuberancias* o *prominencias* son nubes brillantes de gas que son visibles alrededor del borde solar durante los eclipses totales; algunas de ellas tienen nombres propios, como la del *Oso Hormiguero*. Las explosiones súbitas de luz en la *cromosfera* reciben el nombre de *flares*, en inglés, traducido como *erupciones* o *fulguraciones* (*ráfagas* en México). Las *espículas*, por su parte, son lenguas de gas que surgen de la *cromosfera* y que sólo duran unos pocos minutos. Los norteamericanos Richard Dunn y Jack Zirker acuñaron en 1973 el término *filigrees*, traducido como *filigranas*, para referirse a los *tubos de flujo magnéticos* en el Sol. Otras estructuras son *granulación*, *mesogranulación*, *supergranulación*, *filamentos*, *puntos oscuros*,... También se recurre a siglas en algunos casos, como *CME* (*Coronal Mass Ejections*).

El interior solar también tiene su propia terminología gracias a la heliosismología: *modos g*, *modos p*, ...

4.3.12. Nomenclatura de objetos astronómicos fuera del Sistema Solar

A la vista de lo expuesto hasta ahora, vemos que la Unión Astronómica Internacional y, en concreto, algunas de sus Comisiones han de hacer frente a la ardua tarea de

nombrar fuentes de radiación astronómica sin caer en el riesgo de confusión en la nomenclatura, especialmente en fuentes de radiación difusa (regiones extensas y no puntuales). Esta situación se ha agravado al ampliarse las medidas astronómicas con nuevas longitudes de onda y al aumentar de forma espectacular la resolución espacial de las observaciones.

En la dirección de Internet <http://cdsweb.u-strasbg.fr/iau-spec.html> se detallan las recomendaciones de la IAU sobre la nomenclatura de fuentes de radiación astronómica fuera del Sistema Solar, tanto para referirse a objetos celestes ya conocidos como para designar los nuevos que se descubran. Este documento (versión 18 de octubre de 1995) ha sido elaborado por la Comisión 5 de la IAU y pretende orientar a todos los usuarios de la nomenclatura astronómica para evitar en la literatura científica las designaciones confusas.

De forma resumida señalaremos que, según estas especificaciones, todas las fuentes deberían contener siempre la información sobre la posición y, opcionalmente, una segunda designación al lado de la principal para evitar ambigüedades. En el caso de existir una designación perteneciente a un listado, esta referencia no debería alterarse. Si se tratara de una nueva designación, el esquema de designación recomendado es el siguiente (la parte entre paréntesis es opcional):

Acrónimo Secuencia (Especificador)

Ejemplo: *PSR J1302-6350*

El *Acrónimo* (u *origen*) es un código formado por una abreviatura de referencia. Puede construirse a partir de:

- el nombre del catálogo (*NGC, BD, WR...*)
- el nombre de los autores (*Mrk, Arp, Zw, HH, A...*)
- los observatorios o instrumentos utilizados (*IRAS, 3C, ...*)
- el tipo de fuente astronómica (*PSR, Q ó QSO, GRB, ...*)

Para la construcción de acrónimos se aplican las siguientes reglas:

- Un acrónimo consistirá al menos de tres caracteres (antes sólo dos).
- Un acrónimo consistirá sólo en letras y/o números; se evitarán caracteres especiales incluidos los superíndices, subíndices y espacios en blancos.
- Un acrónimo será único; por ejemplo, se comprobará en la literatura de referencia para evitar duplicación con designaciones de catálogos existentes, nombres de constelaciones, abreviaturas de tipos de fuente, etc.
- El título de un catálogo incluirá el acrónimo por el cual es conocido.
- Se evitarán acrónimos excesivamente largos. A la inversa, los usuarios nunca abreviarán un acrónimo.

La *secuencia (o numeración)* es una serie alfanumérica de caracteres que determina la fuente dentro de un catálogo o colección. Puede ser un número de secuencia dentro de un catálogo, la combinación de campos o las coordenadas que indican la posición en la época¹⁴⁰ de la observación y el tipo de coordenada (*B* para el Año Besseliano 1950¹⁴¹, *J* para el Año Juliano 2000¹⁴² o *G* para coordenadas galácticas).

El *especificador*, entre paréntesis, es opcional y permite indicar otros parámetros de la fuente.

La IAU también regula las separaciones en blanco que deben dejarse entre las letras y los números de una designación astronómica (lo que muchas veces no se respeta, quizá por evitar particiones inadecuadas en diferentes líneas de texto¹⁴³), así como el uso de puntuación o caracteres especiales.

Veamos a continuación algunas reglas concretas y ejemplos según el tipo de fuente astronómica. En la mayoría de los casos, se nombran anteponiendo las iniciales del catálogo (antiguo o de nueva creación) seguido de las coordenadas, aunque el descubridor de un nuevo objeto o fenómeno cósmico tiene siempre el privilegio de bautizarlo. El éxito de su propuesta frente a la designación oficial dependerá de cada caso. También, una fuente ya existente puede ser rebautizada por quien realice un estudio que revele una cualidad especial en ella.

Nuevas estrellas

Actualmente hay más estrellas sin catalogar que catalogadas oficialmente, aunque los astrónomos utilizan el Catálogo de Estrellas Guía del Telescopio Espacial *Hubble*, en el que se identifican millones de estrellas. Estas estrellas se designan con las siglas GSC (de *Guide Star Catalog*) más su número en el catálogo. En los casos de nuevos descubrimientos, se cumple lo que indicábamos en el párrafo anterior. Por ejemplo, la *Estrella Pistola*¹⁴⁴ ya mencionada y descubierta entre las constelaciones de *Sagitario* y *Ofiuco*, ha recibido el nombre por la forma de la nube que le rodea. Esta estrella podría ser hasta 100 veces más masiva que el Sol, superando así a la que ostentaba el título y que lleva el nombre de *Estrella de Plaskett*¹⁴⁵, en honor del astrofísico que la descubrió en 1922, y también conocida como *HD 47129*. Esta estrella, en la constelación del *Unicornio (Monoceros)*, es realmente un sistema binario donde ambas estrellas tienen aproximadamente 55 veces la masa del Sol.

Sistemas binarios

Los sistemas dobles de estrellas se designan con el nombre de la estrella principal, a la que se le añade la letra "A", mientras que a la secundaria se le asigna la letra "B". Por ejemplo, la estrella *Sirius (Sirio)* es realmente un sistema binario, formado por dos estrellas: *Sirius A* y *Sirius B*.

Enanas marrones

Como veremos más adelante, siguiendo las reglas de nomenclatura para fuentes de radiación astronómica fuera del Sistema Solar, las enanas marrones se nombran con las iniciales del catálogo correspondiente (de hasta un máximo de tres letras) seguidas de las coordenadas. Por ejemplo: *TPL J034718+2422.5* es el nombre oficial del objeto conocido como *Teide 1*, nombre con que fue bautizada por los investigadores del IAC que lo descubrieron. *TPL* procede de las iniciales de *Teide* (por el Observatorio desde donde se observó por primera vez) y *Pléyades* (por el cúmulo donde se encuentra), seguidas de las coordenadas referidas al Equinoccio 2000 (representado por J).

Nebulosas

La mayoría ya dispone de una designación en los catálogos mencionados anteriormente y que coexiste, a veces, con un nombre poético. Por ejemplo, M17 ó NGC 6618 es la *Nebulosa del Cisne*, también llamada, como hemos visto, *Nebulosa Omega* o *Nebulosa de la Pezuña del Caballo*. El catálogo más extenso de nebulosas oscuras sigue siendo el de Barnard, ya mencionado.

La *Nebulosa del Antifaz* es un ejemplo que se comentará más adelante por haber sido acuñado en el Instituto de Astrofísica de Canarias.

Nebulosas planetarias

Los catálogos de nebulosas planetarias más conocidos son el de Perek y Kohoutek, de 1967, que se abrevia con las iniciales PK seguidas de las coordenadas galácticas, y el *Strasbourg-ESO Catalogue of Galactic Planetary Nebulae* de Acker y colaboradores.

Sin embargo, como hemos visto, muchas de ellas son conocidas por nombres que suelen hacer alusión a la forma que evocaron a sus descubridores. Recientemente, el Telescopio Espacial *Hubble* bautizó una nueva nebulosa planetaria con el nombre de “La Tortuga”¹⁴⁶.

Arturo Manchado, experto en el estudio de *nebulosas planetarias* y uno de los autores del libro *The IAC Morphological Catalog of Northern Galactic Planetary Nebulae*, nos explica que los nombres utilizados normalmente para denominarlas tienen un componente histórico que muchas veces ya no se corresponde con la realidad.

Un ejemplo curioso es la llamada *Dumbbell nebula*, que en inglés significa “nebulosa de las pesas”, posiblemente porque en antiguas imágenes fotográficas, obtenidas con una sensibilidad cien veces inferior a la de los actuales detectores, mostrasen una morfología semejante a la de estas pesas utilizadas en gimnasios. Sin embargo, las últimas imágenes de esta nebulosa planetaria obtenidas con la actual tecnología de los CCD en nada recuerdan a estos objetos.

Manchado concluye que la astronomía es, en cuestiones de nomenclatura, muy conservadora, como lo demuestra otra herencia del pasado basada en una

creencia errónea: llamamos *estrellas tempranas* a las estrellas más viejas y *tardías* a las más jóvenes.

Cúmulos estelares

Al igual que las *nebulosas*, la mayoría de los *cúmulos estelares* (abiertos y globulares) dispone de una designación en los catálogos ya mencionados. Es el caso del catálogo de Messier, que contiene varios de estos objetos, entre ellos el cúmulo globular *M13*, en la constelación de *Hércules*. Otros, como *wCentauri* o *47 Tucanae* llevan nombres estelares por parecer a simple vista estrellas borrosas.

Agujeros negros

Sobre estos objetos, no parece existir regla alguna, quizá por su enigmática naturaleza. Los localizados en sistemas binarios son conocidos por el nombre del sistema, como *V404 Cyg*, de la constelación del *Cisne*, que como fuente detectada por el satélite japonés *Ginga*, de rayos X, también es conocido por la designación *GS 2023+338*.

Púlsares y estrellas de neutrones

Estos objetos se nombran, como también se verá más adelante, anteponiendo la designación *PSR*, que forzosamente corresponde a las iniciales de *Pulsating Source of Radio* ("fuente de radio pulsante", en inglés), seguida de las coordenadas. Por ejemplo: *PSR 1017+167*.

Cuásares

Como veremos, estos objetos se suelen nombrar por su número de catálogo o anteponiendo la designación *Q*, de *Quasar*, o *QSO*, correspondiente a las iniciales de *Quasi-Stellar Object* ("objeto cuasi-estelar", en inglés), seguida de la ascensión recta y la declinación. Por ejemplo: *QSO 004848-4242.8R*.

Galaxias

En su mayoría se identifican por el número de catálogo al que pertenecen (*Messier, NGC, Arp, ...*). Por ejemplo: *M51* ó *NGC 5194*, también conocida como *Galaxia del Remolino*.

Algunas galaxias especiales llevan el nombre de los astrónomos que las descubrieron o estudiaron. Por ejemplo, las *galaxias Seyfert* (llamadas *galaxias de la Mancuerna* en Iberoamérica), con un núcleo muy activo, fueron descubiertas en 1943 por el astrónomo estadounidense Carl Seyfert (1911-1960); las *galaxias Markarian* fueron catalogadas por el astrónomo soviético B.E. Markarian a mediados de la década de los 70 y son objetos caracterizados por emitir radiación ultravioleta y emparentados con las galaxias Seyfert. Las *galaxias Maffei* (*Maffei 1* y *Maffei 2*) son dos galaxias cercanas ocultas por el polvo interestelar que fueron descubiertas en 1968 por el astrónomo italiano Paolo Maffei.

Cúmulos y supercúmulos de galaxias

Como en el caso de nuevas galaxias, los cúmulos y supercúmulos de galaxias se designan o bien por el catálogo al que pertenecen, como el de *Abell* (identificados con la letra "A" y un número) o con el nombre de la constelación en la que se localizan, por ejemplo *cúmulo de Virgo*, *supercúmulo de Virgo*, ... De descubrirse más de uno en cada constelación, probablemente se numerarían para distinguirlos.

Explosiones de rayos gamma

Estos fenómenos cósmicos se nombran anteponiendo las iniciales *GRB*, de *Gamma Ray Burst* ("explosiones de rayos gamma", en inglés), seguidas de la fecha de su detección. Por ejemplo, *GRB 990123*, la mayor registrada hasta la fecha y observada desde los Observatorios de Canarias, fue detectada el 23 de enero de 1999, como su nombre indica.

4.4. International Star Registry

Todos los nombres celestes deben ser aprobados oficialmente por la Unión Astronómica Internacional, como hemos visto. La IAU “no es sólo una organización astronómica sino también astronómica -subraya Adrian Room-, y su autoridad en el ámbito de los nombres celestes es absoluta. (Es perfectamente capaz de rechazar nombres, además de aceptarlos)”¹⁴⁷. No existe ningún otro organismo o institución que revalide internacionalmente la nomenclatura astronómica, aunque la NASA ha ejercido una gran influencia en la revisión de la nomenclatura de los accidentes de la superficie de los cuerpos planetarios.

Room señala que la mayoría de la gente no es consciente de esta importante función de la IAU. En cambio, puede que sí haya oído hablar de ciertas organizaciones que animan al público a “dar su nombre a una estrella”, previo pago de una determinada cantidad, y que conceden al privilegiado artífice de tal nombre un certificado acreditativo.

Una de las más conocidas de estas organizaciones lucrativas es el *International Star Registry*, fundada por un canadiense en 1979. “Según él, como las estrellas no tenían ningún dueño en particular, no existía ninguna razón que le impidiera dar nombre a las que aún no lo tenían (que son miles) y a la vez convertir su idea en un ‘buen negocio’”¹⁴⁸ (con esta filosofía, también se ha parcelado Marte, cuyos terrenos posiblemente se vendan a un módico precio).

En la práctica, lo que hace esta empresa es ofrecer una estrella con nombre a un cliente, que luego la renombra a cambio de una cantidad estipulada. Luego recibe un certificado en el que se recoge, como en un caso real citado por Room, lo siguiente:

Sirva la presente para certificar que el *International Star Registry* renombra la estrella hasta ahora denominada *Corona Borealis RA 16 18 d 37°B* con el nombre de *Su Alteza Real la Princesa de Gales*. Que en adelante se la conocerá por este nombre y que este cambio queda registrado de forma permanente¹⁴⁹.

Este negocio (y existen varios más con el mismo propósito) es una suerte de “timo” porque no se advierte al cliente de que el nombre que ha comprado no tiene, salvo para la misma empresa, ninguna validez oficial. De hecho, más de una empresa puede vender la misma estrella a personas distintas y puede darse el caso de que éstas entren en litigio por la exclusividad. La IAU mantiene una clara actitud de denuncia frente a estas prácticas, ya que incluso las empresas utilizan el nombre de este organismo astronómico internacional para que su negocio adquiera aparentes visos de oficialidad. La IAU aclara este punto en Internet¹⁵⁰, desmintiendo rotundamente cualquier vínculo con estas empresas y recordando que “la belleza del cielo nocturno no está a la venta”.

En los registros de la empresa *International Star Registry* se incluyen los nombres de personajes populares del mundo del espectáculo, novios o novias de particulares, e incluso nombres de “mascotas”. Desde marzo de 1995, también llevan el nombre de las Islas Canarias.

4.4.1. Canarias en el cielo

En mayo de 1995, el entonces Consejero de Presidencia y Turismo del Gobierno de Canarias, Miguel Zerolo, presentó a los medios de comunicación una nueva campaña de promoción del Archipiélago. En virtud de esta campaña, siete estrellas de la constelación de *Orión* llevan ahora el nombre de cada isla canaria, a las que se suma una octava estrella, la cual tiene asignado el eslogan *Canarias, naturaleza cálida*.

Tras “intensas gestiones”, se dijo entonces en la prensa, la Consejería pagó a la empresa *International Star Registry* la cantidad de 1.070.000 pesetas (unas 135.000 pesetas por nombre), para que “Canarias” apareciera en las 750.000 copias de los anuarios de este registro internacional. (De este orden sería el coste de una página de publicidad insertada en un periódico de ámbito nacional, de ahí que la campaña, además de original, resultara económica, según sus promotores).

Un año antes de esta transacción, los precios eran más económicos y los trámites más rápidos, a juzgar por una pequeña noticia publicada en la sección "Gente" de *El País* que decía:

Buscar en los grandes almacenes un regalo que pueda gustar o asombrar puede convertirse en una ardua tarea. Se terminaron los sufrimientos. Por 25.000 pesetas (si la necesita de urgencia, por 38.000) puede regalar la posibilidad de bautizar una estrella. El nombre quedará registrado en el anuario cósmico *Your place in the cosmos*, depositado en la British Library. Si elige el envío normal, en cuatro o cinco semanas recibirá el certificado de registro; y si opta por el urgente, lo tendrá en 10 o 12 días. La empresa *International Star Registry*, que lleva funcionando desde 1979 y que tiene abiertas delegaciones en todo el mundo, acaba de abrir una oficina en Barcelona ... Eso sí, el obsequio no le da derecho de propiedad sobre el astro en cuestión.¹⁵¹

En las informaciones que aparecieron comentando la iniciativa de la Consejería de Turismo se da a entender que este "registro internacional de estrellas" tiene carácter oficial y que por él se rigen organismos espaciales como la NASA. Incluso en la prensa se dijo que el Instituto de Astrofísica de Canarias había asesorado al respecto, lo cual no es cierto.

Sin entrar a censurar las actividades del *International Star Registry*, de carácter comercial y, por supuesto, perfectamente lícita, debemos insistir aquí en la siguiente aclaración: la IAU es el único organismo competente que concede nombres oficiales a los objetos astronómicos y son éstos, y no los registrados por empresas privadas, los que conocen y utilizan los astrónomos profesionales. En el Gabinete de Dirección del IAC así se ha advertido a todos aquellos particulares que han solicitado información sobre este asunto (también se les ha informado oportunamente de la existencia del diccionario de planetas menores de la IAU ya mencionado, donde se puede encontrar algún asteroide con el nombre, quizá, con que pensaban bautizar a una estrella).

Room renuncia a una crítica desmedida a iniciativas que no dejan de ser atractivas:

No es de sorprender que la Unión Astronómica Internacional tenga una imagen bastante pobre de esta actividad y que incluso le ha llevado a denunciar al *International Star Registry* (cuyo propio título refleja su artificiosa naturaleza), pero el caso no prosperó. Sean cuales fuesen los aciertos y los desaciertos del tema, lo cierto es que el *International Star Registry* se ocupa, por trivial y poco profesional que resulte, de dar (y de cambiar) el nombre a las estrellas, ... Al menos el certificado que emite (que en 1986 costaba 25 Libras esterlinas) contiene la auténtica denominación astronómica y, en este sentido, populariza los nombres

de las estrellas y el mundo de los astrónomos. (El Registro, sin embargo, no difunde la astrología popular de la manera que lo hacen muchas organizaciones y personalidades de los medios de comunicación.)¹⁵²

4.4.2. Otros proyectos publicitarios

Ya vimos en un capítulo anterior ejemplos del uso de la astronomía en otros contextos, como el publicitario. Añadamos aquí que muchos han sido los intentos de explotar el cielo con fines lucrativos y propagandísticos, la mayoría de los cuales han contado con la oposición de la comunidad astronómica. Entre ellos los de la empresa funeraria *Celestis Corporation*, de Estados Unidos, promotora de la idea de convertir el cielo en un cementerio luminoso lanzando al espacio las cenizas de los muertos en contenedores reflectantes.

Otro caso fue el de una compañía francesa que proyectaba celebrar en 1989 el centenario de la Torre Eiffel instalando en el espacio un aro luminoso de 24 km de longitud y formado por 100 esferas que reflejarían la luz del Sol.

Los negocios posibles han alcanzado diferentes sectores, incluso el farmacéutico, como lo ilustra la venta de píldoras para combatir los nefastos efectos de los cometas.

NOTAS

¹ El Período Moderno que hemos considerado aquí, siguiendo la cronología de Kunitzsch y Smart (**KUNITZSCH, Paul, y SMART, Tim**. *Short guide to modern star names and their derivations*. Otto Harrassowitz. Wiesbaden, 1986. Pág. 5), podría haberse dividido a su vez en tres etapas: *óptica* (1800-1880), *fotográfica* (1880-1990) y *electrónica* (1990-presente), en correspondencia con los cambios tecnológicos que se han producido en la astronomía, aunque las veremos reflejadas en los catálogos de objetos astronómicos que se compilan a lo largo de estos dos siglos. Especialmente nos centramos, sin embargo, en la labor de la Unión Astronómica Internacional, organismo que sanciona la nomenclatura astronómica actual.

² Datos extraídos de la dirección en Internet del *Centre de Données Astronomiques de Strasbourg* (CDS): <http://cdsweb.u-strasbg.fr/cats/U.htm>

³ **KUNITZSCH y SMART**, *op. cit.* Pág. 10.

⁴ *Ibidem*. Pág. 11. Texto en inglés: "...this is mainly because it has not been possible to find out where, why, and by whom they were first introduced, due to the vast volume of modern literature."

⁵ Este sistema de clasificación partía inicialmente del establecido en 1890 por los astrónomos Edward Pickering y Williamina Fleming, que asignaba a los tipos de estrellas una letra de la A a la Q según su espectro. Cannon alteró el orden y el número de este sistema al basarlo en la temperatura superficial de la estrella. "Generaciones de estudiantes de astronomía ha recordado la secuencia utilizando una regla mnemotécnica que decididamente resulta 'no políticamente correcta': 'Oh, Be A Fine Girl, Kiss Me' (Oh, sé una buena chica, dame un beso)", inicialmente incluso más larga y sofisticada. **GRIBBIN, John**. *Diccionario del Cosmos* (Companion to the Cosmos). Trad. por Javier García Sanz. Editorial Crítica (Grijalbo Mondadori). Barcelona, 1997 (e.o. 1996). Pág. 61. John Gribbin explica la aparente arbitrariedad de este sistema de clasificación.

⁶ Datos de **ILLINGWORTH, Valery (editora)**. *Dictionary of Astronomy*. Harper Collins. Glasgow, 1994, y **MITTON, Jacqueline**. *A concise dictionary of Astronomy*. Oxford University Press. Oxford, 1991.

⁷ **LEVY, David H.** *Observar el cielo*. (Skywatching). Trad. Por David Bargalló. Editorial Planeta. Barcelona, 1995. Pág. 89.

⁸ **SHEEHAN, William**. *The Immortal Fire Within - the life and work of Edward Emerson Barnard*. Cambridge University Press. Cambridge, 1995. El trabajo de Barnard comenzó con observaciones visuales, lo cual resulta al menos sorprendente.

⁹ *Survey* es (al igual que *seeing*) una palabra inglesa de uso frecuente y de difícil traducción en español. Según los contextos y las sintaxis, algunas propuestas de traducción han sido: *cartografiado, mapeo, mapa, estudio, registro, ...*

¹⁰ Para más información, consúltense la página del CDS: <http://cdsweb.u-strasbg.fr/CDS.html>.

¹¹ La IAU también es conocida por sus iniciales en francés UAI (*Union Astronomique Internationale*), que se corresponden con su traducción en español: Unión Astronómica Internacional.

¹² Datos a 18/10/98 obtenidos de las páginas web de la IAU: <http://www.iau.org>.

¹³ **BLAAUW, Adriaan**. *History of the IAU. The Birth and First Half-Century of the International Astronomical Union*. Kluwer Academic Publishers/IAU. The Netherlands, 1994. Pág. 2.

¹⁴ La primera *Asamblea General* de la IAU, presidida por Benjamin Baillaud (1848-1934), tuvo lugar en Roma, del 2 al 10 de mayo de 1922.

¹⁵ Entrevistas personales con Mark Kidger.

¹⁶ Las resoluciones del congreso de la IAU de 1930, en el que se delimitaron las 88 constelaciones, fueron publicadas en *Trans. IAU, I, 158; 4, 221; 9, 66 y 77*. Los límites de cada una y el listado fueron publicados por E. Delporte, en nombre de la IAU, en *Delimitation scientifique des constellations (tables et cartes)*, Cambridge University Press, 1930. Dirección en Internet: <http://www.iau.org/const.html>

¹⁷ La supernova de *tipo I* es la explosión de una estrella pequeña extremadamente densa (enana blanca), compuesta principalmente de carbono y oxígeno. Se encuentra en la última etapa de su existencia y pertenece a un sistema binario (de dos estrellas).

¹⁸ Varios autores creen que esta supernova era de tipo II.

¹⁹ La supernova de *tipo II* es la explosión de una estrella de gran masa y rica en hidrógeno que sufre un violento colapso; la materia de las capas más externas tiende a ir hacia el centro por la fuerza de la gravedad al acabarse la producción de energía en el núcleo de la estrella.

²⁰ **BLAAUW**, *op.cit.* Pág. 146.

²¹ Cuenta Mark Kidger que Levy jugó aquí con las palabras: *RU Lupi*, pronunciado en inglés es *Are You Loopy?*, que significa "¿estás chiflado?".

²² **LEVY, David H.** *Observar el cielo* (Skywatching). Trad. por David Bargalló. Introd. de Robert Burnham. Editorial Planeta. Barcelona, 1995. Pág. 184.

²³ *Diccionario del uso del español María Moliner*. Editorial Gredos. Madrid, 1986.

²⁴ El término *planeta* resulta bastante equívoco. Si la Tierra no es plana, sino redonda, ¿por qué se llama planeta?, pregunta formulada en *El País de las Tentaciones*, 19/12/97.

²⁵ Richard Brennan propone como regla mnemotécnica para recordar el orden de los planetas en nuestro Sistema Solar la siguiente frase: "Mi Venerable Tutor Me Juzga Siempre Un Nuevo Pitágoras"²⁵, cuyas iniciales se corresponden con la de cada uno de los planetas. (**BRENNAN, Richard P.** *Diccionario Básico para la Actualidad Científica*. (Dictionary of Scientific Literacy). Trad. Por Luis Bou. Celeste Ediciones. Madrid, 1994. Pág. 310. Room, por su parte, propone una frase (en inglés) más apropiada para la era espacial: "Moon Vehicles Easily Make Journeys Safe Under Nuclear Power"²⁵ (**ROOM, Adrian**. *Dictionary of Astronomical Names*. Routledge. London, 1988. Pág. 41).

²⁶ **ROOM**, *op. cit.* Pág. 8.

²⁷ Grafía empleada por **RUIZ DE ELVIRA, Antonio**. *Mitología clásica*. Editorial Gredos. Madrid, 1995, 3ª reimpresión. Pág. 486.

²⁸ **ROOM**, *op. cit.* Pág. 8.

²⁹ Según algunos autores, fueron los astrónomos de Alejandría del siglo II a.C. y son nombres que en cierto modo se derivan de los sumerios y los acadianos.

- ³⁰ **ROOM**, *op. cit.* Págs. 8-9. Texto en inglés: “Even the personal names carried something of a descriptive aura. Mercury, for example, is the ‘fastest’ planet, as the one with the shortest sidereal period, and Mercury (or Hermes) was the swiftfooted messenger of the gods. Mars (or Ares) was the god of war, and so had a red colour that was apt for this role. Jupiter (or Zeus) was given the name of the chief of the gods because the planet is the brightest in the sky (apart from Venus, which, as mentioned, is not visible at night when Jupiter is and, occasionally, Mars, which can sometimes outshine it). Saturn (or Cronos) follows Jupiter in order, as is appropriate for the god who in mythology was the father of Zeus. And Venus (Aphrodite) bore the name of the goddess of love, as was fitting for a heavenly body that appeared in the freshness of the morning or the romantic twilight of the evening.”
- ³¹ Herschel creyó que era un cometa. Fue el astrónomo finlandés Anders Lexell (1740-1784) quien anunció en San Petersburgo que Herschel había encontrado un nuevo planeta.
- ³² Esta paternidad sigue siendo polémica, pero Adams publicó sus conclusiones al menos un año antes que Le Verrier. El primero, sin embargo, que observó este cometa fue John Flamsteed, pero su estrategia de observación no propició su “descubrimiento”, concentrado como estaba en el cartografiado del cielo.
- ³³ Recogido de **STERN, Alan**. “Obituary. Clyde Tombaugh (1906-97)”, en *Nature*, 27/2/97.
- ³⁴ Recogido en “El reino subestelar”, reportaje especial publicado en *IAC Noticias* N. 1-1997, págs. 40-45, dedicado al congreso sobre “Enanas marrones y planetas extrasolares”, organizado por el IAC y celebrado en Tenerife del 17 al 21 de marzo de 1997.
- ³⁵ *Ibidem*.
- ³⁶ *Ibidem*.
- ³⁷ Dirección en Internet: <http://www.physci.psu.edu/~mamajek/exo/nomenclature.html>
- ³⁸ *Ibidem*. Texto en inglés: “It appears ugly the most people, as another sign of the unromantic nature of white-lab-coat-wearing scientists”
- ³⁹ Ceres, el mayor de los asteroides, es la 1/5.000 de la masa de la Tierra.
- ⁴⁰ **ROOM**, *op. cit.* Pág. 14.
- ⁴¹ Muchos astrónomos creen que esta ley es meramente una coincidencia matemática sin ningún significado real.
- ⁴² Adams y Le Verrier se basaron en la *Ley de Bode* para calcular la posición de Neptuno.
- ⁴³ **ROOM**, *op. cit.* Pág. 16. Texto en inglés: “Because the lower figures seemed reasonably reliable, that made it more probable that an important discovery awaited the world, and that somehow one of the planets in the Solar System had gone undetected.”
- ⁴⁴ *Ibidem*. Texto en inglés: “They called themselves the ‘Celestial Police’, a name that today smacks more of science fiction and rock groups. But their purpose was serious enough, and then fortuitously, on 1 January 1801 (the first day of the first month of the first year of a new century -what an omen!), the great discovery was made.”
- ⁴⁵ Es curioso que la *Policía Celeste* no descubriera Neptuno, más brillante que la mayoría de los asteroides localizados.
- ⁴⁶ **ABETTI, Giorgio**. *Historia de la Astronomía*. Trad. de Alejandro Rossi. Fondo de Cultura Económica. Breviarios 118. México-Buenos Aires, 1966, 2ª edición. Pág. 209.
- ⁴⁷ **ROOM**, *op. cit.* Pág. 31.
- ⁴⁸ **ABETTI**, *op. cit.* Pág. 209.
- ⁴⁹ Napoleón, sobre el campo de batalla, discutió con Pierre Simon Laplace (1749-1827) acerca del nombre que había que darle al pequeño planeta cuando se le encontrara de nuevo (el astro descubierto por el padre Piazzi), y ensalzando el descubrimiento con el fiel amigo de Piazzi, Barnaba Oriani, se complacía de que hubiese sido hecho por un italiano. Fuente: **ABETTI**, *op. cit.* Pág. 206.
- ⁵⁰ **KIDGER, Mark**. “Un paseo por los asteroides”, en *Tribuna de Astronomía*. Septiembre de 1993. Págs. 48-52.
- ⁵¹ **SCHMADEL, Lutz D.** *Dictionary of Minor Planet Names*. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, 1992.
- ⁵² *Ibidem*. En la presentación. Texto en inglés: “According to a long-standing astronomical tradition, the naming of minor planets in the solar system is the privilege of the discoverers. Contrary the most other kinds of celestial objects which receive complex alphanumeric designations, the names of minor planets often say more about the discoverers than about the object in question. There is a rich and colourful variety of ingenious names, from those of heavenly goddesses in the nineteenth century, to the more prosaic and sometimes very specific names of observatories, towns and mountains, computers and persons, given by present-day discoverers”.
- ⁵³ *Ibidem*. Pág. vii (Preface).
- ⁵⁴ *El País*, 28/2/96.
- ⁵⁵ El asteroide (1862) *Apolo*, descubierto en 1936, da su nombre a este grupo de pequeños asteroides cercanos. Algunos de ellos podrían ser cometas difuntos que ya han perdido la mayor parte de su hielo.
- ⁵⁶ Datos proporcionados por Mark Kidger.
- ⁵⁷ En conversación mantenida por correo electrónico entre Brian Marsden y Mark Kidger, el 29 de diciembre de 1998, y facilitada expresamente por este último para nuestra investigación.
- ⁵⁸ En inglés, *King of the Kuiper Belt*.
- ⁵⁹ Texto original en inglés: “We are recognizing the culmination of two centuries of international cooperation on the orbits of small bodies”.
- ⁶⁰ Marsden dice literalmente en inglés: “I’ve thought about the whole business long and hard, and really think that our proposal is the best one, what with all the elements of scientific accuracy, tradition, and keeping the maximum number of people happy”.
- ⁶¹ Dato existente a 29/12/98.
- ⁶² En inglés, “Can anybody think of a better object for (10000)?”.
- ⁶³ Más información en http://www.iac.es/galeria/mark/Pluto_new.html.
- ⁶⁴ Dirección en Internet: <http://planetary.org/news/hot-topics-name-eros.html>
- ⁶⁵ Dirección en Internet: <http://www.iac.es/NEOS.html>
- ⁶⁶ Entrevista personal con Miquel Serra-Ricart
- ⁶⁷ El asteroide real con el número 612 se llama *Veronika*. Fue descubierto el 8 de octubre de 1906 por A. Kopff en Heidelberg. Se desconoce el significado de su nombre. **SCHMADEL**, *op. cit.* Pág. 97.
- ⁶⁸ **SAINT-EXUPÉRY, Antoine de**. *El Principito*. (Le petit prince). Trad. por Bonifacio Carril. Alianza Editorial. Madrid, 1982, 18ª edición.

⁶⁹ *Vocabulario científico y técnico*, de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Espasa Calpe. Madrid, 1996, 3ª edición.

⁷⁰ El asteroide *Ida*, descubierto en 1884 por el astrónomo austriaco Johann Palisa, tiene un satélite llamado *Dactyl*, descubierto por la nave *Galileo* en marzo de 1994. Palisa bautizó el satélite en recuerdo de la mítica montaña donde el pequeño Zeus se escondió de su padre. Ahora el satélite de este asteroide se llama *Dactyl*, por los Dactyli, un grupo de brujos que habitaba el Monte Ida (Fuente: **POWELL, Corey S.** “The Astronomical Naming Game”, en *Scientific American*, December 1994.). También se sospecha un satélite en varios casos más, sobre todo en el asteroide *Herculina*.

⁷¹ Por ejemplo, el cometa *17P/Holmes*.

⁷² Fuente: **COROMINAS, Joan.** *Breve Diccionario Etimológico de la Lengua Castellana*. Editorial Gredos. Madrid, 1996. 3ª edición, 7ª reimpresión.(e.o. 1961).

⁷³ Fuente: **The Oxford English Dictionary**. Oxford Carendon Press. Oxford, 1989, 2ª edición.

⁷⁴ De *luna* se han derivado términos en castellano como *lunar*, *lunático*, ...

⁷⁵ **ROOM**, *op. cit.* Pág. 116

⁷⁶ La misma raíz comparten en inglés los términos *Moon* (“luna”), *month* (“mes”) y *measure* (“medir”), dado que por la Luna medimos la duración de un mes.

⁷⁷ La Luna sí mantiene, en cambio, actividad interna, habiéndose registrado escapes de gas y pequeños “lunamotos”.

⁷⁸ El astrónomo estadounidense Edward Emerson Barnard realizó una búsqueda a finales del siglo pasado con objeto de detectar un satélite lunar, y William Pickering y Clyde Thombaugh lo buscaron fotográficamente. Thombaugh demostró que cualquier satélite lunar no podría ser mayor de 5 metros de diámetro.

⁷⁹ **VERNE, Julio.** “Viaje alrededor de la Luna”, en *Obras*. Plaza y Janés. Barcelona, septiembre de 1984, 7ª edición. Pág. 1822.

⁸⁰ **ABETTI**, *op. cit.* Pág. 121.

⁸¹ *Ibidem*. Pág. 160.

⁸² *Fobo y Dimo*, según la grafía de **RUIZ DE ELVIRA**, *op. cit.* Pág. 86.

⁸³ *Abc*, 8/5/98.

⁸⁴ **ROOM**, *op. cit.* Pág. 10. Texto en inglés: “On his map of the Moon, published in 1645, Langren introduced some three hundred names for the most prominent features, with the names themselves those of famous real or fictional personages, from biblical characters and saints to members of Philip IV’s family and holders of high office of his court. This first names did not on the whole survive, however, and today only three still appear on modern lunar maps: the three craters Catharina (for St Catherine), Cyrillus (for St Cyril) and Teophilus (for St Theophilus). All three are close to one another in location.”

⁸⁵ *Ibidem*. Pág. 11. Texto en inglés: “Before him, Leonardo da Vinci has suggested that the lighter-coloured markings on the Moon could represent areas of water, but now Hevelius gave areas -the darker-coloured ones, however- specific hydronyms or ‘water names’, using Latin words such as Oceanus (‘ocean’), Mare (‘sea’), Lacus (‘lake’), Palus (‘marsh’) and Sinus (‘strait’)”.

⁸⁶ *Ibidem*.

⁸⁷ *Ibidem*. Texto en inglés: “As it was Riccioli who was the overall author of the work, he usually gets the credit today for the Moon names that were actually introduced by Grimaldi, which is rather unfair. Be that as it may, it was these names that became established, and today over two hundred of them are still in use for lunar features.”

⁸⁸ *Ibidem*. Pág. 12. Texto en inglés: “But the effect of such dramatic contrasts is now lost, because one half of the pair is missing”.

⁸⁹ *Ibidem*. Texto en inglés: “To have ‘Earth’ names on the Moon is thus inappropriate or even confusing”.

⁹⁰ *Ibidem*. Texto en inglés: “He showed his disapproval when he named a crater after him, and thus ‘flung Copernicus into the Ocean of Storms’”

⁹¹ *Ibidem*. Texto en inglés: “Riccioli (that is, Grimaldi) made a major and orderly contribution to lunar nomenclature, unlike the earlier, more random system followed by Langren”.

⁹² *Ibidem*. Pág. 13. Texto en inglés: “In some instances, he even contrived to give names of the pupils of these great men to smaller craters close to their larger ‘parent’, so that they continue to sit, as it were, at the feet of their respective masters. Thus Rhaeticus, who was an associate of Copernicus, has his name in a small crater near the larger one. The same principle was even extended to distinguished writers for their literary ‘offspring’”.

⁹³ Explicado por **ROOM**, *op. cit.* Pág. 14.

⁹⁴ **RODRÍGUEZ, Víctor.** “Ensalada cósmica”, en *Crónicas de Astronomía*. Astro Data. Maracaibo, 1994. Pág. 219.

⁹⁵ **ABETTI**, *op. cit.* Pág. 276. Tampoco faltaron en su propuesta las líneas oscuras llamadas esquemáticamente *canales*, término que utilizó el padre Secchi en 1589 para las líneas oscuras que surcaban Marte. Pág. 232.

⁹⁶ *El País*, 11/12/97.

⁹⁷ A finales de los años sesenta se descubrió que, más allá de la *coma* visible, hay una envoltura gigantesca de hidrógeno muy tenue rodeando los cometas, que sólo puede detectarse en los cometas más brillantes. En el caso del cometa *Halley*, esta envoltura llegó a medir 20 millones de kilómetros de diámetro.

⁹⁸ Se estima que el cometa *Halley* pierde una capa de aproximadamente un metro de espesor en cada vuelta al Sol (y ya lleva unas 3.500 vueltas).

⁹⁹ Su trabajo se publicó en 1950 en el *Boletín de los Institutos Astronómicos* de los Países Bajos, aunque Oort desarrolló una idea original de su compatriota Andreas Jan Jasper Van Woerkom publicada en 1948.

¹⁰⁰ Curiosamente -nos comenta Mark Kidger-, ya en el siglo XX se volvió a sugerir una variante de esta hipótesis. La idea era que los cometas de largo período podrían formarse a partir de las erupciones solares expulsando material al espacio. Posteriormente, esta hipótesis se modificó al incluir la posibilidad de que los planetas gigantes y/o sus satélites podrían ser el punto de origen”.

¹⁰¹ *Le furet des comètes*, en francés.

¹⁰² **MALLAS, John H., y KREIMER, Evered.** *The Messier Album. An Observer’s handbook*. Cambridge University Press. Cambridge, 1979. 1ª edición, and Sky Publishing Corporation. Pág. 1.

¹⁰³ Este cometa, que recibió el nombre del astrónomo finés que calculó su órbita, fue el único cometa realmente famoso de Messier que debió recibir el nombre de este astrónomo francés.

- ¹⁰⁴ En 1998, hubo un total de 51 designaciones, de las cuales 45 correspondieron a cometas nuevos y 6 a cometas periódicos que recibían un número definitivo.
- ¹⁰⁵ Descubierta desde Pretoria (República de Sudáfrica) por el astrónomo John Caister Bennett, el 28 de diciembre de 1969.
- ¹⁰⁶ En el pasado llegaron hasta cuatro, como el cometa *Pons-Winnecke-Coggia-Forbes*, aunque los pocos ejemplos existentes se rebautizaron posteriormente.
- ¹⁰⁷ Puede darse el caso de que el descubridor no comunique su hallazgo inmediatamente, como sucedió con el cometa *Hale-Bopp*: Bopp descubrió el cometa media hora antes que Hale, pero no consiguió enviar un telegrama anunciando su descubrimiento hasta cuatro horas después, de modo que Hale se le adelantó. En este caso se rompe el orden de llegada si la diferencia en tiempo es clara (por ejemplo, una o más noches).
- ¹⁰⁸ Entrevista personal con Mark Kidger, quien nos ha proporcionado gran número de ejemplos para este apartado.
- ¹⁰⁹ Eugene y Carolyn Shoemaker han descubierto cientos de asteroides y varias decenas de cometas, y algunos de ellos conjuntamente con David Levy y Eleanor Helin.
- ¹¹⁰ Datos de la circular No. 6076, de 1994, de la Oficina Central de Telegramas Astronómicos de la IAU, donde se informa de cambios en relación con las designaciones y nombres de los cometas. La resolución completa de la IAU fue publicada en el *MPC 23803-23804*, el 28 de agosto de 1994.
- ¹¹¹ **GIBILISCO, Stan.** *Cometas, meteoros y asteroides. Cómo afectan a la Tierra.* (Comets, meteors, and asteroids: how they affect earth). Trad. por José Meseguer. McGraw W-Hill/Interamericana de España. Madrid, 1991. Págs. 103-129.
- ¹¹² Apareció después del asesinato de Julio César en Roma, en el año 44 a.C.
- ¹¹³ Posible progenitor de muchos de los cometas brillantes de este siglo.
- ¹¹⁴ Descubierta por Tycho Brahe.
- ¹¹⁵ Descubierta por el astrónomo inglés G. Kirch.
- ¹¹⁶ Descubierta por De Chésaux.
- ¹¹⁷ Observado por el propio Edmund Halley.
- ¹¹⁸ Descubierta por John Tebbut.
- ¹¹⁹ Descubierta por Lewis Swift y Horace Tuttle.
- ¹²⁰ Para distinguirlo del cometa *Halley*, que apareció en abril y mayo de ese mismo año.
- ¹²¹ Supuestamente anunció la Primera Guerra Mundial, según los periódicos del día.
- ¹²² Descubierta por los astrónomos belgas Arend y Roland.
- ¹²³ Descubierta por el astrónomo checoslovaco Mrkos.
- ¹²⁴ Descubierta por los astrónomos japoneses Ikeya y Seki.
- ¹²⁵ Descubierta por J. Bennett casi simultáneamente con el astrónomo D. Seargent.
- ¹²⁶ Descubierta por L. Kohoutek, desde el observatorio de Hamburgo.
- ¹²⁷ Descubierta por Richard West.
- ¹²⁸ Otros decenios con cometas importantes han sido los de 1860, 1880 y 1960, sin olvidar años como 1910 o 1957, con dos cometas brillantes en un espacio de pocos meses.
- ¹²⁹ **DEL PUERTO, Carmen, y LÓPEZ BETANCOR, Begoña.** “¿Habrá más grandes cometas antes de fin de siglo?”, en *IAC Noticias*, N. 1-1997. Págs. 14-15.
- ¹³⁰ Las referencias más antiguas que existen sobre cometas son anteriores al segundo milenio antes de Cristo, según el texto del cartel del IAC que cita a **PINGRÉ, Alexandre.** *Cometographic.* Impr. Royales, 1783.
- ¹³¹ **YEOMANS, Donald K.** *Comets. A Chronological History of Observation, Science, Myth, and Folklore.* Wiley Science Editions. New York, 1991. Pág. 362.
- ¹³² **RODRÍGUEZ, op. cit.** Pág. 67.
- ¹³³ *Ibidem.* Pág. 96.
- ¹³⁴ **ROOM, op. cit.** Pág. 24.
- ¹³⁵ **YEOMANS, op. cit.** Pág. 363.
- ¹³⁶ **RODRÍGUEZ, op. cit.** Pág. 70.
- ¹³⁷ El *P/Shoemaker-Levy 9* había sido observado doce noches antes por otra cazadora de cometas y asteroides, Eleanor Helin, quien no advirtió sin embargo que se trataba de un nuevo cometa, aunque sí reconoció que se trataba de un objeto inusual.
- ¹³⁸ **DEL PUERTO y LÓPEZ BETANCOR, art. cit.**
- ¹³⁹ Para más información, véase **BRUZEK, A. y DURRANT, C.J.** (editores). *Illustrated Glossary for Solar and Solar-Terrestrial Physics.* Dordrecht:Reidel. Publishing Company (Astrophysics and Space Science), 1977.
- ¹⁴⁰ Las coordenadas deben referirse a una época (llamada *estándar*), que es una fecha fija arbitraria o instante de tiempo usados como dato de referencia, dado que efectos como la precesión o las perturbaciones gravitatorias pueden alterarlas.
- ¹⁴¹ La longitud del año trópico en el año 1900.
- ¹⁴² La longitud del año trópico en el año 2000 (un período de 365,25 días).
- ¹⁴³ Con este fin, en el presente trabajo no se ha respetado para el caso de los objetos *Messier* (M1, ...) el espaciado que la IAU recomienda entre la inicial del nombre de un catálogo y el número en él asignado al objeto.
- ¹⁴⁴ En inglés, *Star Pistol*.
- ¹⁴⁵ En inglés, *Plaskett's Star*.
- ¹⁴⁶ En inglés, *Turtle Nebula*.
- ¹⁴⁷ **ROOM, op. cit.** Págs. 26-27. Texto en inglés: “*The IAU is thus not just an astronomical organisation but an astronomical one, and its authority in the matter of celestial names is absolute. (It is quite capable of rejecting names, as well as accepting them).*”
- ¹⁴⁸ *Ibidem.* Pág. 26. “*He argued that as the stars did not belong to anyone, why could he not name the unnamed ones (of which there are thousands) and turn the venture into ‘good business’ at the same time.*”
- ¹⁴⁹ *Ibidem.* En esta designación en particular, “RA” significa “Right Ascension”, es decir, Ascensión Recta, “h”, Hora, “m”, minutos, “d”, declinación y “B” se refiere a las estrellas que se encuentran en la escala de Yerkes. Texto en inglés: “*Know ye herewith that the International Star Registry doth hereby redesignate star number Corona Borealis RA 16h 18m d 37°B to the name Her Royal*

Highness the Princess of Wales. Know ye further that this star will hence forth be known by this name. Know ye further that this change is registered permanently". (Esta propuesta se hizo en vida de la princesa Diana de Gales).

¹⁵⁰ Dirección en Internet: <http://www.iau.org/starnames.html>

¹⁵¹ **INÉS GARCÍA-ALBI, Inés.** "Un regalo cósmico", en la sección "Gente" del diario *El País*, 30/9/94.

¹⁵² **ROOM, op. cit.** Texto en inglés: "*Not surprisingly, the International Astronomical Union has taken rather a dim view of this activity, at one stage even trying to take the International Star Registry (whose very title cunningly reflects their own) to court, but in the event the case collapsed. Whatever the rights and wrongs of the matter, the fact remains that the International Star Registry does concern itself, however trivially or unprofessionally, with the naming (or renaming) of stars, so deserves a mention here. At least the issued certificate (available in 1986 for 27 pounds) does contain a true astronomical designation, and to that extent popularises star names and the world of astronoms. (The Registry, too, does not peddle popular astrology in the way in which many organisations and media personalities do.)*".



Detalle de la Nebulosa del Velo, o Lazo del Cisne, NGC6992 ó IC1340.

Esta nebulosa es el remanente de la explosión de una antigua supernova.
Imagen en color real obtenida con el Telescopio "Isaac Newton", del Observatorio del Roque de los
Muchachos (La Palma).
© IAC-RGO, D.Malin et al.

TERCERA PARTE:

Términos astronómicos del siglo XX en titulares de prensa

En esta Tercera Parte, dedicaremos cada capítulo a una palabra afortunada, llena de contenido científico y, aunque inapropiada en algunos casos, aceptada universalmente.

Big Bang, Cuásar, Agujero Negro, Púlsar, Enana Marrón y Gran Atractor (por orden cronológico de acuñación) serán estudiados detalladamente por tratarse de algunos de los términos astronómicos modernos (de la segunda mitad del siglo XX) con más eco popular y acompañados de historias peculiares. Su aparición en los medios de comunicación, formando incluso parte de titulares de prensa, es una prueba de esta repercusión.

Estos términos son superados en frecuencia por el nombre propio *Hubble* (referido en la mayoría de los casos al Telescopio Espacial), como podemos comprobar en la tabla que incluimos al final de esta introducción. En ella indicamos el número de apariciones de 42 términos astronómicos que hemos seleccionado para la muestra en los titulares de las 1.383 noticias astronómicas publicadas en *El País* de 1976 a 1995.

La búsqueda se ha hecho sobre la relación de noticias astronómicas que se recogen en los *Índices Anuales de El País* de 1976 a 1995. Debemos señalar que los titulares recogidos en estos Índices sufren en algunos casos pequeñas modificaciones con respecto a los titulares que se publicaron originalmente (posiblemente para resumir mejor la noticia en sí). También en estos Índices y en los suplementos de ciencia de *Abc* y *El País* durante los años 1996-1997¹ hemos basado la relación de noticias que incluimos en los seis capítulos de esta Tercera Parte.

Dividiremos cada capítulo en tres apartados: “Divulgación científica”, “Historia del término” y “Repercusión en la prensa”, un esquema que aplicaremos igualmente en la Cuarta Parte de este trabajo, cuando nos refiramos al término *cosmosomas*.

Creemos necesario empezar cada capítulo haciendo una pequeña introducción, en un contexto de divulgación científica. Aquí se estudiará la aparición del concepto, que suele preceder al término en la mayoría de los casos.

Le seguirá la historia de la evolución de la idea, de la especulación a la teoría, hasta la acuñación del término, con referencia a lo que fueron o son propuestas alternativas. Reflexionaremos sobre cada término, arbitrario por lo general y posiblemente sin relación aparente con los fenómenos físicos, pero importante por las razones que apunta el físico teórico Kip Thorne:

En física, un nombre ayuda a establecer el tono, el esquema mental con el que vemos un concepto físico. Un buen nombre evocará una imagen mental que hará énfasis en las propiedades más importantes del concepto, y de este modo ayudará a desencadenar, en una especie de vía intuitiva e inconsciente, buena investigación. Un mal nombre puede producir bloqueos mentales que impidan la investigación.²

Por último, ilustraremos su tratamiento informativo en la prensa, teniendo en cuenta que, incluso, a veces, han sido los propios medios de comunicación los que han contribuido a popularizar, cuando no a crear, estos términos.

Entre la bibliografía consultada se encuentran las obras de los mejores divulgadores científicos sobre estos temas, algunos de ellos los propios científicos protagonistas (Allan Dressler, Carl Sagan, Dennis Overbye, Eric Chaisson, Fred Hoyle, George Gamow, George Smoot, Hubert Reeves, Isaac Asimov, James Trefil, Jeremy Bernstein, John Barrow, John Gribbin, John Wheeler, Kip Thorne, Malcolm Longair, Paul Davies, Stephen Hawking, ...).

También ha sido de gran utilidad, por su concepto diacrónico, el Diccionario Inglés de Oxford³, donde se recoge el primer uso de muchos vocablos astronómicos ilustrados con citas que a veces datan del siglo XI.

Se incorpora igualmente el resultado de entrevistas personales con algunos de los científicos relacionados con estos términos, así como datos hemerográficos.

La serendipia en astronomía

En muchos descubrimientos científicos ha intervenido la casualidad. También en astronomía, como veremos en esta Tercera Parte. El término que se aplica para referirse a los descubrimientos accidentales en ciencia es *serendipia*⁴, aunque la tendencia última con respecto a este término es la de adoptar la traducción en castellano de *serendipidad* (en una columna homónima, el periodista Eduardo Haro Tegglen dice que *serendipidad* es “una palabra inglesa que nos falta: la facultad de encontrar cosas agradables sin siquiera proponérselo”⁵). También hay quien considera innecesario este neologismo al ya existir el término castellano *casualidad*.

En una entrevista personal, el cosmólogo Hubert Reeves, del Centro de Estudios Nucleares de Saclay (Francia), nos explicaba en qué consistía hoy la *serendipia* en astronomía:

Antes se entendía por *serendipia* el arte de utilizar las condiciones adversas y transformarlas en condiciones favorables; era lo que se llamaba *las tres fronteras de la serendipia*. En ciencia, el significado que se le da es el de la suerte, el azar. Consiste en observar el cielo en una región determinada y ver si hay algo interesante. A veces observamos un objeto seleccionado y, durante la observación, advertimos que en nuestro campo de visión está sucediendo algo que no esperábamos. Esto es lo que se llama descubrimientos por *serendipia*, es decir, por el azar, de forma imprevista. Circula una historia relacionada con este asunto sobre un astrónomo que observa con su telescopio siguiendo un programa de observación de determinadas estrellas y, de repente, observa una *supernova* que explota en su campo de visión. La historia consiste en decir que hay dos tipos de astrónomos: el primero de ellos se alegraría de su suerte; el segundo cerraría el telescopio diciendo que es una mala noche para observar sus estrellas. Éste sería el significado actual de *serendipia*. No se trata de convertir lo adverso en ventajoso, es simplemente una cuestión de suerte. En ocasiones tenemos una larga lista de objetos que estudiar y, al observarlos, nos damos cuenta de que uno de ellos presenta una característica que no estaba prevista y lo que hacemos es estudiarlo más detalladamente.

**FRECUENCIA DE APARICIÓN DE TÉRMINOS ASTRONÓMICOS
EN TITULARES DE 1.383 NOTICIAS ASTRONÓMICAS PUBLICADAS
EN EL PAÍS DE 1976 A 1995**

(Fuente: *Índices anuales de El País*)

TÉRMINOS	N. DE APARICIONES
1. HUBBLE*	78
2. GALAXIA	60
3. COMETA	54
4. LUNAS	53
5. ESTRELLA	52
6. UNIVERSO	51
7. HALLEY	49
8. JÚPITER	46
9. SATÉLITE (ARTIFICIAL)	41
10. PLANETA	37
11. SUPERNOVA	37
12. AGUJERO NEGRO	35
13. ECLIPSE	32
14. VENUS	31
15. BIG BANG	30
16. MARTE	30
17. SISTEMA SOLAR	27
18. SATURNO	25
19. SOL	25
20. VIA LÁCTEA	25
21. VIDA	24
22. METEORITO	21
23. LUNA	20
24. ENANA MARRÓN	19
25. ASTEROIDE	17
26. COSMOS	16
27. NEPTUNO	16
28. MATERIA OSCURA	15
29. PÚLSAR	14
30. URANO	14
31. CUÁSAR	7
32. MERCURIO	7
33. LLUVIA DE ESTRELLAS	6
34. PLUTÓN	5
35. SATÉLITE (NATURAL)	5
36. TELESCOPIO KECK	5
37. GRAN EXPLOSIÓN	3
38. NEBULOSA	3
39. GRAN ATRACTOR	2
40. RELATIVIDAD	2
41. METEORO	1
42. PERSEIDAS	0

* De las 78 ocasiones en que aparece *Hubble* en los titulares, sólo una vez se refiere a la constante del mismo nombre. En todos los demás casos, las noticias están relacionadas con el *Telescopio Espacial Hubble* (conocido en inglés por sus siglas *HST*).

NOTAS

¹ Véase “Análisis de prensa” en la Quinta Parte.

² **THORNE, Kip S.** *Agujeros negros y tiempo curvo. El escandaloso legado de Einstein.* (Black Holes and Time Warps. Einstein's Outrageous Legacy). Trad. por Javier García Sanz. Presentación por Stephen Hawking. Crítica (Drakontos). Barcelona, 1995 (e.o. 1994). Pág. 236.

³ *The Oxford English Dictionary.* Oxford Carendon Press. Oxford, 1989, 2ª edición.

⁴ **ROBERTS, Royston M.** *Serendipia. Descubrimientos accidentales en la ciencia.* (Serendipity). Trad. por Jesús Unturbe Sanchiz. Alianza Editorial. Madrid, 1992 (e.o. 1989). Una nota del editor español dice al comienzo del libro: “Se ha introducido *Serendipia* como la palabra castellana correspondiente al término inglés *serendipity*, cuyo significado se explica en la Introducción. Creemos conveniente la creación de un neologismo especial para designar el concepto de *serendipity*, que está ampliamente difundido en la literatura científica contemporánea.” (Pág. 9). En la Introducción, el autor cuenta que la palabra inglesa *serendipity* fue acuñada por Horace Walpole en una carta a su amigo sir Horace Mann en 1754. “Walpole quedó impresionado por un cuento de hadas que había leído sobre las aventuras de *Los tres príncipes de Serendip* (o *Serendib*, un antiguo nombre de Ceilán, actualmente conocido como Sri Lanka), los cuales ‘estaban siempre haciendo descubrimientos, por accidente y sagacidad, de cosas que no se habían planteado...’. Walpole usó el término para describir alguno de sus propios descubrimientos accidentales. Dicha palabra ha sido redescubierta recientemente y está siendo usada con una frecuencia creciente. (No aparece en las ediciones de 1939 o 1959 de los diccionarios bien conocidos, pero lo hace en las ediciones de 1974 y posteriores y en otros diccionarios corrientes del idioma inglés)”. (Págs. 13-14). La nota a pie de página del texto anterior dice “Serendib es un nombre de origen árabe referido a una isla que aparecía en sus mapas; es muy probable que fuese Ceilán, más que Madagascar.” (Pág. 13).

Como término comúnmente admitido en la filosofía de la ciencia, con el significado de datos imprevistos, anómalos y estratégicos que surjan de manera casual a lo largo de una investigación, *serendipia* fue utilizado en 1945 por Robert King Merton, en su *Teoría y Estructuras Sociales*. (F.C.E. 1964. Págs. 113-117), según **SIERRA BRAVO, Restituto.** *Tesis doctorales y trabajos de investigación científica.* Editorial Paraninfo. Madrid, 1988, 2ª edición. Pág. 62.

⁵ *El País*, 28/2/98.

1. BIG BANG, la Gran Explosión

Sin duda estamos ante uno de los términos astronómicos más populares de los acuñados en este siglo, una palabra mágica que refuerza el mito contemporáneo de la ciencia y que nos remonta a un momento definido a partir del cual el Universo comenzó a existir. “La sociedad está básicamente sedienta de ciencia y de mitología, y en la teoría del *Big Bang* ambos aspectos están íntimamente relacionados”¹, señala el astrofísico George Smoot, de quien hablaremos en la Cuarta Parte.

“*Big Bang*. Primer premio de publicidad científica” fue el título de una conferencia que la periodista Alicia Rivera, especializada en temas científicos de *El País*, pronunció en un curso titulado “El hombre ante el Universo”². Términos como el *Big Bang* -dijo- “son el sueño de cualquier especialista en marketing”. De ahí su presencia habitual en titulares de prensa y otros medios de comunicación. Además, la periodista hacía dos apreciaciones: la primera, que los astrofísicos y los cosmólogos tienen una gran capacidad de divulgación en comparación con otros científicos, y la segunda, que actualmente hay una gran densidad de temas relacionados con el Cosmos.

Causa y efecto a la vez de esta trascendencia es el hecho de que, como afirmaba en una entrevista el físico y divulgador científico español Cayetano López, “la cosmología es, de la ciencia básica, lo que más interesa a la gente”³ (en la antigüedad hasta era una “teoría del todo”). Por su parte, los cosmólogos “son los sacerdotes y los creadores de mitos de nuestra era tecnológica”⁴, apunta Dennis Overbye.

1.1. Divulgación científica

Si antes mencionamos el curso “El hombre ante el Universo”, ahora destaquemos el título de otra conferencia: “El periodista ante el *Big Bang*”⁵, esta vez a cargo de

Manuel Calvo Hernando. Como de nuevo vemos, aun con fácil traducción -*Gran Explosión* o, menos frecuente, *Gran Estallido*-, el anglicismo *Big Bang* ha triunfado sin esfuerzo (suponemos que no sólo ayudado por la sonoridad de la onomatopeya y el esnobismo). A este término, y a la teoría que subyace, dedicaremos las siguientes páginas.

1.1.1. Modelos cosmológicos

Los modelos cosmológicos son representaciones posibles del Universo que se expresan por lo general mediante ecuaciones matemáticas. La teoría del *Big Bang* es uno de ellos, el más aceptado hoy en día por la comunidad científica. De hecho, los científicos a veces se refieren a él con la expresión *Modelo Estándar* del origen del Universo.

Pero antes de explicar este modelo, así como su principal alternativa, debemos hacer un poco de historia y viajar en el tiempo, desde las cosmologías antiguas hasta los antecedentes inmediatos de la cosmología actual, basada en los modelos de Friedmann y de Lemaitre. Haremos este viaje sin olvidar las dos grandes teorías científicas del siglo XX y que el físico Stephen Hawking y otros intentan unir en una sola: la teoría de la *Relatividad General* de Einstein, que describe la fuerza de la gravedad y la estructura a gran escala del Universo, y la *Mecánica Cuántica*, que se ocupa, por el contrario, de los fenómenos a escalas muy pequeñas.

1.1.2. Cosmologías antiguas

Todas las culturas de todos los tiempos han intentado explicar el Universo a gran escala, es decir, como un todo (*cosmología* o "tratado del Universo"), al igual que su origen y evolución (*cosmogonía* o "cómo llegó a ser el Universo"). Estas interpretaciones fueron muy respetables en su tiempo, pese a lo ridículas que algunas puedan parecernos hoy en día, bajo una perspectiva moderna.

P'an Ku y el huevo cósmico

Las primitivas cosmologías “precientíficas” implicaban, según el físico y periodista Jeremy Bernstein, “un maridaje de lo sobrenatural y lo familiar”⁶. Un ejemplo de aquel mito chino que dice: “Primero fue el gran huevo cósmico. Dentro del huevo estaba el caos, y flotando en el caos estaba P'an Ku, el Primigenio, el divino Embrión. Y P'an Ku salió del huevo, cuatro veces mayor que cualquier hombre de hoy en día, con un martillo y un cincel en sus manos, con los que esculpió el mundo.”⁷ Esta visión del Universo como un huevo perduró hasta la Edad Media.

El Génesis y la predicción de Ussher

El Génesis empieza diciendo que al comienzo de la Creación, cuando Dios creó el cielo y la tierra, la tierra estaba sin forma y vacía, con la oscuridad sobre la faz del abismo y un fuerte viento que barría la superficie de las aguas. Entonces Dios dijo: “Hágase la luz” y la luz se hizo... Llamó *día* a la luz y *noche* a la oscuridad. Bernstein señala que si la cosmología del *Big Bang* es correcta, “no habría habido mucha luz visible en la Creación. Sólo habría habido rayos gamma. Se necesitan cien mil años para que las cosas se enfríen hasta el punto de que los rayos gamma se transformen en luz visible”⁸.

En 1654, el arzobispo irlandés de Armagh James Ussher anunció que la Creación había tenido lugar al atardecer del jueves 22 de octubre⁹ del año 4004 a.C. Para hacer este cálculo, el teólogo se basó en la cronología que establecía la Biblia. Según esta fecha, el Universo habría cumplido 6.000 años justos el 22 de octubre de 1996, efemérides que Cayetano López recordó en su artículo “El Universo cumple años”.¹⁰ San Agustín, en *La ciudad de Dios*, y de acuerdo con el libro del Génesis, aceptaba una fecha de unos 5.000 años a.C. para la creación del Universo. En la actualidad se estima que el Universo podría tener unos 15.000 millones de años¹¹.

Los elefantes y la tortuga gigante

El Imperio Asirio, en su mayor esplendor, abarcó una longitud de unos 2.200 km, desde Egipto hasta Babilonia. El Imperio Persa lo duplicó, llegando a ocupar 4.800 km, desde Cirenaica (al nordeste de Libia) hasta Cachemira (norte de la India). Pero aunque estos pueblos posiblemente ignoraran la extensión real de sus dominios, “en

los imperios de la antigüedad -señala Isaac Asimov- tuvo que haber hombres que se ocuparan de lo que cabría considerar el primer problema cosmológico que se planteó el erudito: ¿Tiene la Tierra un fin?"¹²

Que la Tierra era plana y, quizá, extendida hacia abajo sin límites, era lo que se pensaba antes de los griegos. Con el fin de soslayar el concepto de *infinito*, la Tierra debía estar apoyada sobre algo. Según los hindúes, cuatro pilares la sustentaban. "Mas ello -concluye Asimov- no hacía sino posponer la dificultad. ¿Sobre qué se apoyaban los cuatro pilares? ¡Sobre elefantes! ¿Y sobre qué descansaban estos elefantes? ¡Sobre una tortuga gigante! ¿Y la tortuga? Nadaba en un océano gigantesco. Y este océano... En resumen, la hipótesis de una Tierra plana, por más que pareciera pertenecer al terreno del sentido común, planteaba de un modo inevitable dificultades filosóficas sumamente serias."¹³

1.1.3. Las esferas de los griegos

Tales de Mileto fue el primer cosmólogo nombrado como tal. Este filósofo griego del siglo V a.C. sostuvo que el mundo estaba constituido por agua y que la Tierra era un disco flotando sobre ella. Aristóteles, convencido de que la Tierra era el centro del Universo y de que el movimiento circular era el más perfecto, fue el primero en argumentar la idea de Pitágoras sobre la esfericidad de la Tierra. Dos observaciones astronómicas lo demostraban: por un lado, redonda era la sombra de la Tierra sobre la Luna en un eclipse y, por otro, la estrella Polar aparecía más baja en el cielo si se observaba desde el sur. Además, los griegos sabían que las velas de un barco acercándose en el horizonte siempre se veían antes que el casco.

En el siglo II d.C., Ptolomeo construyó un modelo cosmológico completo donde la Tierra permanecía en el centro, rodeada por ocho esferas (las introducidas por Eudoxo) que transportaban a la Luna, el Sol, las estrellas y los cinco planetas conocidos en aquel tiempo (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno). Este modelo, comenta el físico Stephen Hawking, "fue adoptado por la Iglesia cristiana como la imagen del universo que estaba de acuerdo con las Escrituras, y que, además, presentaba la gran ventaja de dejar, fuera de la esfera de las estrellas fijas, una enorme cantidad de espacio para el cielo y el infierno"¹⁴.

1.1.4. La revolución copernicana

En 1514, el sacerdote polaco Nicolás Copérnico (1473-1543) postuló que el Sol estaba estacionario en el centro y que eran la Tierra y los planetas los que se movían en órbitas circulares a su alrededor. La Iglesia Católica, si bien no llegó a condenar oficialmente este modelo, que mantenía tesis contrarias a las Sagradas Escrituras¹⁵, sí persiguió a los que osaron defenderlo. Giordano Bruno (1548-1600), aunque en su proceso contaron además otras causas de herejía, fue quemado en la hoguera por defender el sistema copernicano (incluso llegó a sugerir que las estrellas eran otros soles en torno a las cuales giraban posiblemente otros planetas habitados).

El establecimiento del sistema heliocéntrico consiguió posteriormente respaldo científico con las observaciones del danés Tycho Brahe (1546-1601), la mecánica del italiano Galileo Galilei¹⁶ (1564-1642), las leyes del alemán Johannes Kepler (1571-1630) y la teoría de la gravitación del británico Isaac Newton (1642-1727).

Tycho Brahe midió con precisión las posiciones de las estrellas y los movimientos de los planetas. Galileo encontró con su telescopio las cuatro lunas de Júpiter, descubrimiento que demostraba que no todo giraba en torno a la Tierra. Kepler, al cambiar en el modelo los círculos por las "menos simétricas" elipses, ajustó finalmente las predicciones a las observaciones. Un siglo después, Newton formuló la ley de la gravitación universal, según la cual dos cuerpos del Universo se atraen con una fuerza que es proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa; en otras palabras, la atracción es mayor cuanto más masivos sean ambos cuerpos y cuanto más cerca estén el uno del otro.

1.1.5. Los universos-islas

El Universo no era sólo las 6.000 estrellas que se pueden observar a simple vista, como tampoco era estático ni infinito; pero la física aún no había reparado en ello.

La primera teoría cosmológica moderna se debe a Thomas Wright (1711-1786), un filósofo y constructor de instrumentos inglés que publicó en 1750 el libro titulado *An*

Original Theory or New Hypothesis of the Universe (Una teoría original o Nueva hipótesis del Universo). Para Wright, de fuertes convicciones religiosas que le hicieron abandonar su propuesta cosmológica (aunque postuló varias), el centro del Universo era "el ojo de Dios".

El astrónomo Edwin Hubble cuenta en su obra *The Realm of the Nebulae* que las especulaciones de Wright fueron más allá de la Vía Láctea: "Un solo sistema estelar, aislado en el Universo, no satisfizo a su mente filosófica. Él imaginó otros sistemas similares y, como prueba visible de su existencia, se refirió a las nubes misteriosas llamadas 'nebulae'"¹⁷.

En realidad, la intuición más profunda de Wright aparecerá como algo colateral en el resumen final del libro. Habiendo explicado el aspecto de la Vía Láctea, continuó especulando sobre lo que podría existir fuera de ella. Lo que nosotros llamamos ahora *Galaxia* y Wright *Universo* o *Creación*, se la imaginaba con estrellas y familias de planetas, sistemas siderales como nuestro propio Sistema Solar... imaginó la inmensidad del espacio exterior a la Vía Láctea poblada de otras galaxias como ella. Incluso sugirió que las débiles manchas de luz, llamadas nebulosas, visibles con ayuda de telescopios pero que no pueden resolverse en estrellas, "pudieran ser creaciones externas (galaxias) contiguas a la nuestra, demasiado remotas para llegar a ellas con los telescopios".¹⁸

Influido por la obra de Wright, de la que supo por un informe erróneo, Immanuel Kant (1724-1804) presentó en su *Historia General de la Naturaleza y Teoría de los Cielos*, publicada en 1755, especulaciones sobre la naturaleza del Universo, y en su *Crítica de la Razón Pura*, publicada en 1781, se planteó si el Universo tenía un principio en el tiempo y si estaba limitado en el espacio. Muchos autores atribuyen a Kant el término *universos-isla*¹⁹, como podría deducirse de la siguiente cita:

El término "nebulosas" constituía una palabra comodín, utilizada durante siglos por los astrónomos para designar los objetos débiles, parecidos a las nubes, cuya posición y aspecto, a diferencia de los cometas, no registraban variación alguna. La naturaleza de estos objetos se resistía a cualquier explicación directa. En 1755, Immanuel Kant postuló que algunas nebulosas podrían ser los llamados "universos isla": sistemas independientes de estrellas, como nuestra Vía Láctea. Esta idea despertó la imaginación de los expertos, aunque no había forma disponible de corroborarla²⁰.

Sin embargo, si bien a Kant corresponde el concepto, el término que empleó el filósofo fue el de "mundos estelares":

Imaginemos un sistema de estrellas agrupadas en un plano común, como las de la Vía Láctea, pero situado tan lejos de nosotros que incluso con el telescopio no podemos distinguir las estrellas que lo componen; asumamos que su distancia, comparada con la que

nos separa de las estrellas de la Vía Láctea, está a la misma proporción que la distancia de la Vía Láctea es a la distancia de la Tierra al Sol; semejante mundo estelar aparecerá al observador, que lo contempla a tan enorme distancia, como una pequeña mancha débilmente iluminada y subtendiendo un ángulo muy pequeño; su forma será redonda, si su plano es perpendicular a la línea de visión, o elíptica, si es oblicuo. La debilidad de su luz, su forma, y su diámetro apreciable obviamente distinguirá tal fenómeno de las estrellas aisladas alrededor de él.²¹

El origen del término *universos-isla*, hoy en desuso aunque muy utilizado hasta los años 20 para describir la forma en que las galaxias se dispersaban por el inmenso vacío del espacio, hay que buscarlo unos años después, en la obra *Kosmos*, de Alexander von Humboldt (1769-1859):

El reino de las estrellas fue una vez conocido como el "universo de estrellas" y el término persistió después de que se reconociera el aislamiento del sistema estelar. La multiplicación de sistemas estelares llevó al término "Weltinseln" -los Universos Isla - usado por von Humboldt en *Kosmos* (Vol. III [1850]), probablemente por primera vez. En la traducción inglesa familiar realizada por Otté (1855), la palabra se traduce literalmente como "islas mundo" (Vol. III, 149, 150). La transición a "universos islas" es un paso obvio, pero el que escribe no ha comprobado el primer uso del término.²²

Sir William Herschel (1738-1822), el astrónomo más famoso del siglo XVIII, contribuyó con sus observaciones (y, como veremos, también Olbers con sus razonamientos) a enterrar la noción de un cosmos infinito al considerar que las estrellas del Universo constituían un sistema sidéreo finito con forma de piedra de molino. "Con el tiempo -recuerda Asimov-, la palabra *Galaxia* llegó a significar el sistema sidéreo total, en vez de limitarse a la *Vía Láctea* visible, por lo cual cabría considerar al Sol como una de las estrellas de la Galaxia."²³

1.1.6. La paradoja de Olbers

En 1990, *La Vanguardia* recordaba en su suplemento de "Ciencia y Tecnología" el 150 aniversario de la muerte del médico y astrónomo alemán Heinrich Wilhelm Matthäus Olbers (1758-1840). Autor de *Methode die Bahn eines Kometen zu berechnen* (Método para calcular la órbita de un cometa) y descubridor de los asteroides *Pallas* (1802) y *Vesta* (1807), Olbers es sobre todo célebre por la paradoja que lleva su nombre, aunque muchos se cuestionan si es justo, dado que Aristóteles y Kepler, entre otros, también merecieron ese honor.

“¿Por qué es tan oscura la noche?” es la cuestión esencial de esta paradoja y el titular del artículo del periodista Carlos de Torres en *La Vanguardia*²⁴. Olbers se planteaba en 1826 que si el Universo es infinito, el número de estrellas también lo debería ser, más numerosas además cuanto más alejadas estuvieran. En consecuencia, al recibir la luz integrada de todos estos focos infinitos, cabría esperar un fondo luminoso en cualquier dirección y, por tanto, un cielo de color blanco, tan brillante como el Sol. En otras palabras, la oscuridad de la noche no tendría razón de ser. Este argumento se basa en que en un universo newtoniano el número de estrellas crece con la distancia de la misma manera que se atenúa la luz, compensándose ambos efectos.

En el artículo mencionado se exponen las tres posibles respuestas que hoy en día podrían darse a la pregunta formulada: que no nos llegue luz de las galaxias más lejanas, que estas galaxias extremadamente lejanas no existan o que se alejen de nosotros y su energía se pierda por el efecto *Doppler*²⁵. El propio Olbers creía que la luz se perdía por el camino, absorbida por la materia intermedia, idea hoy descartada porque, en ese caso, estrellas y medio interestelar acabarían teniendo igual temperatura y todo el cielo brillaría siempre igual.

La solución de Poe: Eureka

Curiosamente, no fue un astrónomo sino un poeta con inquietudes astronómicas quien resolvió la *paradoja de Olbers*. Edgar Allan Poe (1809-1849) lo expuso en su ensayo cosmológico titulado significativamente *Eureka*, libro que obtuvo críticas dispares y la descalificación de la prensa.

Según Poe, la distancia del fondo visible es tan inmensa que ningún rayo salido de ella ha podido todavía llegar hasta nosotros. El cielo nocturno es oscuro porque el universo no es infinitamente viejo y la luz de las estrellas más alejadas todavía no nos ha alcanzado.

No hay falacia astronómica más insostenible, y ninguna ha sido apoyada con más pertinacia, que la de la absoluta ilimitación del universo astral. Las razones que sustentan la limitación, como ya las he enunciado, me parecen *a priori* irrefutables; pero, para no hablar más de éstas, la observación nos asegura que hay en numerosas direcciones a nuestro alrededor, si no en todas, un límite positivo, o por lo menos no tenemos base alguna para pensar de otra

manera. Si la sucesión de estrellas fuera infinita, el fondo del cielo nos presentaría una luminosidad uniforme, como la desplegada por la Galaxia, *pues no podría haber en todo ese fondo ningún punto en el cual no existiera una estrella*. En tal estado de cosas, la única manera de comprender los vacíos que nuestros telescopios encuentran en innumerables direcciones sería suponiendo tan inmensa la distancia entre el fondo invisible y nosotros, que ningún rayo de éste hubiera podido alcanzarnos todavía. ¿Quién se atreverá a negar que pueda ser así? Sostengo, simplemente, que no tenemos ni un adarme de razón para creer que sea así.²⁶

Pero Poe tropezó, como recoge Smoot, “con el hecho de que el universo no es infinitamente viejo, sino que tuvo un comienzo en el tiempo (lo que hoy consideramos como el Big Bang). De hecho, el universo es tan joven que la luz de las estrellas más distantes está acercándose a nosotros a toda velocidad, pero todavía no nos ha alcanzado. Cuando contemplamos el oscuro cielo nocturno, miramos hacia atrás, en dirección a una época primitiva, antes de que las primeras estrellas se formasen”.²⁷

1.1.7. El nacimiento de la cosmología moderna

A comienzos del siglo XX, el panorama no hacía intuir la revolución cosmológica que se avecinaba. La situación por entonces la describe George Smoot en su libro *Arrugas en el tiempo*:

Hasta finales de 1910, los seres humanos eran tan ignorantes en lo referente a los orígenes cósmicos como lo habían sido siempre. Aquellos que no se tomaban el Génesis al pie de la letra no tenían ninguna razón para creer que había existido un comienzo. El origen del sistema solar era un tema discutible, pero el origen del cosmos era un asunto muy diferente: raramente se discutía acerca de él en círculos científicos, si es que alguna vez era tema de discusión. En las publicaciones de astronomía de la época se publicaban muchas polémicas sobre la naturaleza de las nebulosas, el retorno en 1910 del cometa Halley, la evolución de las estrellas, los “canales” marcianos, la serie de Balmer en los espectros estelares, la búsqueda de un noveno planeta, pero raramente se dedicaba alguna palabra a los orígenes del cosmos²⁸.

Según John Gribbin, la fecha del nacimiento de la cosmología moderna puede establecerse con toda precisión en 1917, el año en que Einstein aplicó por primera vez sus ecuaciones relativistas a la descripción del Universo en general²⁹. En este contexto situaremos a los llamados “padres” de la teoría del *Big Bang* y a las diferentes propuestas terminológicas que se barajaron al principio en torno a esta teoría.

1.1.8. Einstein y la teoría de la *Relatividad*

Albert Einstein (1879-1955) revolucionó la mecánica clásica newtoniana con su teoría de la *Relatividad*. “Muy pocas personas fuera del ámbito de la ciencia habían oído hablar de Einstein antes de que su nueva teoría ocupara los titulares de prensa de todo el mundo”³⁰, comenta Smoot.

En 1905, cuando aún era funcionario de la Oficina de Patentes de Berna (Suiza), publicó en los *Annalen der Physik* su teoría de la *Relatividad Especial* o *Restringida*³¹. Esta teoría relaciona la medida de cantidades tales como tiempo, longitud y masa hechas por un observador, con las medidas de las mismas cantidades hechas por un observador distinto que se mueve a velocidad constante respecto al primero. En ella estableció que la velocidad de la luz es una constante, la misma para todos los observadores, independientemente de cómo éstos se muevan.

Esta teoría también dice que nada puede viajar más rápido que la velocidad de la luz (300.000 km/s). Como consecuencia de todo ello, con el aumento de la velocidad (especialmente cerca del valor límite anterior) las longitudes se acortan, los tiempos se dilatan (los relojes se atrasan) y la masa crece. La posibilidad de que la masa se convierta en energía y viceversa, como indica la célebre ecuación³² $E=mc^2$ también apareció expresada por primera vez en esta teoría. Si comparamos el valor de “c” con el de las velocidades normales de los objetos que se mueven en nuestro entorno, es obvio que con muy poca masa se puede generar una gran cantidad de energía, fundamento para la producción de la energía nuclear.

Einstein introdujo posteriormente la gravitación en lo que llamó, para diferenciarla de su anterior formulación, la teoría de la *Relatividad General*³³, que fue presentada en la Academia Prusiana de Ciencias en 1915. En ella relaciona el contenido material del Universo con su geometría, siendo la gravedad una distorsión o curvatura del *espacio-tiempo*³⁴ causada por la presencia de materia.

Una consecuencia de esta teoría es la desviación gravitatoria de la luz, y de ahí la predicción de que la luz procedente de las estrellas al pasar por las proximidades del

Sol se desviaría hacia este astro de tal modo que las posiciones aparentes de las estrellas (vistas desde la Tierra) se verían más alejadas del Sol.

El eclipse de Sol del 29 de mayo de 1919 demostró que Einstein tenía razón. “Los resultados [de Eddington] fueron anunciados con bombo y platillo el 6 de noviembre de 1919, en la reunión conjunta de la Royal Society y la Royal Astronomical Society”³⁵, de la que se llegó a hablar en la novela *Random Harvest*, del escritor inglés James Hilton³⁶. La prensa recibió el descubrimiento con titulares como: “Las ideas newtonianas se derrumban”, o “El Espacio Deformado”. La hazaña “destruiría la certidumbre de los tiempos”, declaró el *Times* de Londres. El *New York Times* dijo que el suceso “inauguraba una época”³⁷.

Cuando Einstein formuló la *Relatividad General* estaba convencido de que el Universo era estático, y para que ello fuera posible llegó a modificar la teoría introduciendo *ad hoc* en sus ecuaciones la llamada *constante cosmológica*, una fuerza de naturaleza desconocida que compensaría la atracción gravitatoria de la masa en el Universo. De ese modo, las dos fuerzas se anularían mutuamente dando lugar a un universo estático, sin expansión ni contracción. Nadie hasta ahora había podido demostrar la existencia de esta constante; el propio Einstein dejó de creer en ella cuando se demostró la expansión del Universo. Pero a comienzos de 1998 se hallaron indicios de esta fuerza opuesta a la gravedad³⁸.

Pero el físico y matemático ruso Alexander Friedmann advirtió que Einstein había cometido un error y, posteriormente, en 1970, los físicos Roger Penrose (n. 1931) y Stephen Hawking (n. 1942) demostraron cómo la teoría de la *Relatividad General* implicaba que el Universo debía tener un principio y, posiblemente, un final.

Cabe hacer aquí la siguiente reflexión: el error de Einstein es un ejemplo interesante de los efectos negativos de la especialización científica, aunque ésta sea evidentemente necesaria. El físico teórico alemán no leía lo que se publicaba en astronomía y no sabía nada de las observaciones del estadounidense Vesto Melvin Slipher (1875-1969), quien había descubierto por aquella época el corrimiento al rojo de las galaxias (aunque entonces no se las llamara así) y quien, a su vez, no leía lo

que se publicaba en física teórica³⁹. (Lo mismo sucedió, como veremos, con el descubrimiento de la *radiación del fondo cósmico*).

1.1.9. El Universo Friedmann

Según Alexander Friedmann (1888-1925), el Universo es el mismo en cualquier dirección que observemos (lo que es verdad a gran escala) y sería igual en todas las direcciones si lo observáramos desde cualquier otra galaxia. En el modelo de Friedmann, que data de 1922, el Universo no podía ser estático porque todas las galaxias se estaban alejando entre sí unas de otras a una velocidad proporcional a la distancia entre ellas, predicción que Edwin Hubble demostró poco después con sus observaciones. (Recuérdense las analogías del globo o del pastel).

1.1.10. Hubble y la expansión del Universo

Quizá muchos no sepan que fue uno de los astrónomos más importantes del siglo XX y, tal vez, de toda la historia de la astronomía. Pero seguro que la mayoría ha oído su nombre o lo ha leído en los periódicos. Ya en 1948, fue portada de la revista *Time*. El norteamericano Edwin Powell Hubble (1889-1953) ha dejado una herencia difícil de ignorar, un nombre que sin querer invade nuestra vida cotidiana. El telescopio espacial bautizado *Hubble* en su honor está revolucionando la astronomía igual que él mismo lo hizo al comprobar que había otras galaxias y descubrir la expansión del Universo.

El astrónomo Donald Osterbrock (n. 1924) y otros autores cuentan en *Investigación y Ciencia*⁴⁰ cómo Hubble acudió a la reunión de la Sociedad Americana de Astronomía de 1914 en Evanston (Illinois), en la que Vesto Melvin Slipher (1875-1969), del Observatorio de Lowell, provocó una famosa controversia con sus últimos trabajos sobre las *nebulosas* y su pertenencia o no a nuestra galaxia. Hubble retomó la cuestión de la naturaleza de las *nebulosas no-galácticas* [él había acuñado el término *nebulosas galácticas*⁴¹], aquellas “cuyos miembros integrantes tienden a evitar el plano galáctico, concentrándose en altas latitudes galácticas”. Por aquel entonces, no había aceptado del todo la idea de que se tratara de galaxias situadas allende la nuestra.

Ya en 1924, Hubble demostró que nuestra galaxia no era la única (descubrió que la nebulosa espiral de la constelación de *Andrómeda* estaba fuera de la *Vía Láctea*), sino que había muchas otras galaxias con grandes vacíos entre ellas, aunque nunca las llamó "galaxias", según nos cuenta su colaborador, Allan Sandage:

En mi época, Edwin Hubble estaba muy en contra del término *galaxias*. Así que en el Observatorio de Monte Wilson, donde él era una persona muy prominente, nadie usó nunca la palabra *galaxias*. No está claro si fue Shapley quien la inventó. Hubble diría que las galaxias son colecciones de estrellas de cine de Hollywood o algo así; hubo de morir él para que el término *galaxias* se usara en mi institución. De modo que hasta 1955 se las llamó *nebulosas extragalácticas*, o *nebulosas*, y ése no es el término apropiado, porque las nebulosas galácticas son otra cosa⁴².

Hubble se dedicó entonces a medir las distancias y a observar los espectros de estas galaxias, cuyas líneas se *desplazaban hacia el rojo*⁴³, es decir, se estaban alejando de nosotros y lo hacían de forma directamente proporcional a la distancia: a mayor velocidad cuanto más lejos se encontraban.

Este descubrimiento, publicado en 1929, implicaba que el Universo se estaba expandiendo y que en el pasado los objetos debieron estar más juntos entre sí. Las observaciones de Hubble, realizadas con el telescopio *Hooker*⁴⁴, de 100 pulgadas (2,5m), de Monte Wilson, sugerían que hubo un tiempo en que todo el Universo se concentraba en un punto, donde la densidad, por tanto, era infinita. "Fue dicho descubrimiento -subraya Hawking- el que finalmente llevó la cuestión del principio del Universo a los dominios de la ciencia".⁴⁵

La constante de Hubble y la edad del Universo

El telescopio espacial *Hubble* está sirviendo para acotar la constante de *Hubble*. Ambos, el telescopio y la constante, llevan el nombre del astrónomo que inició la cosmología moderna a principios de este siglo, epónimos que habrían agradado mucho a un hombre sumamente vanidoso, según la astrónoma Wendy Freedman⁴⁶.

La *constante de Hubble*⁴⁷, fijada por este astrónomo por primera vez en 1929, es una estimación de la velocidad a la que el Universo se está expandiendo, un parámetro que relaciona la velocidad de expansión de las galaxias con la distancia a la que se

encuentran de nosotros. Cuanto mayor es su valor, menor resulta ser el tamaño y la edad del Universo (o, al menos, el tiempo que ha transcurrido desde la *Gran Explosión*).

La determinación de esta constante, con ayuda de estrellas *Cefeidas*, *supernovas*, *lentes gravitatorias* y otros "faros" que se usan como indicadores de distancia, ha sido objeto de un largo debate, polarizado entre valores altos y bajos, que dura hasta nuestros días. Empezó Hubble, con su valor inicial de 550; luego Walter Baade, con 180; después Allan Sandage, primero con 75 y más recientemente con 50; utilizando otros métodos, Gerard de Vaucouleurs defendía valores entre 90 y 100, ... Hace pocos años, Wendy Freedman y otros estimaban un valor en torno a 80, lo que resultaba incompatible con las edades atribuidas a los cúmulos globulares y volvía a plantear la antigua contradicción cosmológica de que el Universo pudiera ser más joven que las estrellas más viejas de nuestra galaxia. Los resultados sobre la edad de los cúmulos obtenidos con el satélite *HIPPARCOS* parecen poner fin a esta contradicción⁴⁸. Actualmente, las observaciones indican que la *constante de Hubble* podría tener un valor entre 60 y 70.

La constante de Sandage

Haber trabajado con Edwin Hubble sin duda tiene algo de herencia maldita, pero también de gloria eterna. Quizá, por ello, Allan Sandage (n. 1926-) estaba destinado a ser un personaje de novela, como en *Corazones solitarios en el Cosmos*⁴⁹. Vinculado a los Observatorios de Monte Wilson y Monte Palomar de la Institución Carnegie de Washington, Sandage formó parte del grupo de privilegiados que tenían acceso al telescopio óptico de 5 metros, el mayor y más famoso de su época. Es autor de los Atlas de Galaxias más utilizados por toda una generación de astrónomos. En 1991, la Real Academia de Ciencias Sueca le concedió el Premio Crafoord, entre otras razones por medir la *constante de Hubble*, que como muchos piensan también debería llevar su nombre.

En 1996, *El País* publicaba una noticia firmada por M.W.B, del *New York Times*, titulada "Un equipo de astrónomos cree haber fijado la edad del universo". En ella se informaba sobre los últimos resultados presentados por Sandage y que estimaban la

edad del Universo en al menos 15.000 millones de años (frente a los 8.000 millones defendido por otros grupos, como el de Wendy Freedman). En esta información aparecía el "telescopio espacial *Hubble*", "el astrónomo Edwin Hubble", "la constante de Hubble" y las "guerras *Hubble*". Extraemos de la información:

Creemos que esto marca el final de las *guerras Hubble*, ha dicho Sandage. Las *guerras Hubble* son un debate entre astrónomos acerca del valor de la constante de Hubble, quien descubrió que las galaxias están fuera de nuestra Vía Láctea y que se alejan unas de otras a una velocidad mayor cuanto mayor es su distancia. La constante de Hubble es una medida de la tasa de expansión del universo, pero los astrónomos, utilizando diferentes métodos de estimación de la distancia de las galaxias, han llegado a resultados diferentes.⁵⁰

A pesar de su conocida resistencia a conceder entrevistas, tuvimos la oportunidad de hablar con Allan Sandage (y otros eminentes astrónomos) durante la reunión internacional *Key Problems in Astronomy*, celebrada en Tenerife⁵¹.

1.1.11. El átomo primitivo de Lemaître

El sacerdote y matemático belga George-Henri Lemaître (1894-1966) concibió la idea que finalmente se convirtió en la teoría del *Big Bang*, aunque de nuevo debe reconocerse que el escritor Edgar Allan Poe fue un adelantado en esta cuestión, como se deduce de este párrafo contenido en el ya citado *Eureka*:

Suponer la absoluta unidad de la partícula primordial implica suponer su infinita divisibilidad. Imaginemos, pues, que la partícula no se agota absolutamente en su difusión en el espacio. Supongamos que de la partícula como centro se irradian esféricamente -en todas direcciones-, hasta distancias inconmensurables pero definidas, en el espacio antes vacío, cierto número inmenso, si bien limitado, de una pequeñez imaginable pero no infinita⁵². Poe imaginó un átomo primordial expandiéndose en un espacio vacío. La idea moderna es que es el espacio mismo el que se expande, una suposición que se basa en la teoría de la *Relatividad General*.

Lemaître, por su parte, esbozó entre 1927 y 1933 la teoría que llamó *hipótesis del átomo primitivo*, en la que sugirió que el Universo había nacido de un solo cuanto primitivo (o *átomo primitivo*) de energía, que contenía toda la materia del Universo.

Cuenta Smoot que Lemaître describió sus ideas en el número del 9 de mayo de 1931 de la revista *Nature*, "en una misiva que un sabio ha llamado '*la carta magna de la*

teoría del Big Bang”⁵³. Esta carta dio origen a una historieta publicada el 19 de mayo de ese año en el *New York Times*: “Lemaître sugiere que un sólo gran átomo, que contiene toda la energía, fue el principio del Universo”⁵⁴.

Mientras los cosmólogos discutían los comienzos cósmicos, el mundo padecía la Gran Depresión. Las noticias de los medios de comunicación trataban de alentar el espíritu de los lectores con estimulantes (y en ocasiones exagerados) informes sobre nuevos descubrimientos científicos, sobre todo en el ámbito de la astronomía. Como resultado de ello, Lemaître se convirtió en una celebridad menor de los medios de comunicación; aunque no era tan famoso como Einstein, los periódicos publicaban fotos de ambos. Para ese entonces Einstein se dio cuenta de que había descartado demasiado rápidamente la idea del joven sacerdote y empezó a referirse a ella como la “más grande, bella y satisfactoria interpretación de fenómenos astronómicos”. El *Times* aseguró a sus lectores que Lemaître no percibía “ningún conflicto entre la ciencia y la religión” y que era “uno de los mejores físicos matemáticos vivos... Ahora su universo en expansión se ha hecho tan popular que el modelo estático y cilíndrico de Einstein parece tan anticuado como una vieja bicicleta”.⁵⁵

1.1.12. El *hilen* o *ylem* de Gamow

George Gamow nació el 4 de marzo de 1904 en Odessa (Ucrania) y murió el 19 de agosto de 1968 en Boulder (Colorado, EEUU). Con *Mr. Tompkins in Wonderland* (1939) inició la publicación de una famosa serie de divulgación y, en 1956, recibió el Premio Kalinga de la UNESCO por su contribución a la divulgación científica. Era muy conocido por su sentido del humor, lo que muchas veces dañaba su credibilidad científica. Firmó un artículo de cosmología insertando el nombre del físico Hans Bethe entre el suyo propio -George Gamow- y el del primer autor, Ralph Alpher, y cuentan que propuso a su otro colaborador, Robert Hermann, que cambiara su apellido por Delter, con el propósito de que estos apellidos formaran las cuatro primeras letras del alfabeto griego. (Hermann dignamente rehusó tal proposición).

En 1948, Gamow y sus colaboradores elaboraron una teoría cosmológica que predecía la existencia, en el campo de las ondas radioeléctricas, de una radiación térmica de origen cósmico consecuencia de una explosión termonuclear situada en el origen del Universo. Gamow sugirió que, en esa época, el Universo consistía en una sustancia primordial a la que llamó *hilen* o *ylem* (palabra griega para “materia primordial” derivada del griego *hyle*, que significa “madera” o “materia”). El *hilen* o *ylem* era un gas de neutrones extremadamente caliente (diez mil millones de grados). Gamow se refiere a ello en su libro *La Creación del Universo*⁵⁶:

En tales condiciones extremas, se establecerá una especie de equilibrio dinámico: la progresiva desintegración de los neutrones ($n \rightarrow p+e$) será compensada por la construcción de nuevos neutrones mediante el proceso inverso, choques de protones y electrones ($p+e \rightarrow n$). A esta mezcla primitiva de partículas nucleares le llamaremos *hilen*, resucitando un término desusado que, según el Diccionario de Webster, significa "la primera sustancia a partir de la cual se supone que se formaron los elementos".⁵⁷

En este libro, Gamow, que fue alumno de Friedmann, defiende la teoría del Universo en expansión e incluye los argumentos en pro y en contra de las dos hipótesis cosmogónicas; la del *Big Bang*, que Gamow comparte y que también llama *hipótesis del comienzo*⁵⁸, y la del *Universo en Estado Estacionario*.

En definitiva, sobre la paternidad de la teoría del *Big Bang*, Jeremy Bernstein concluye:

Si Friedmann, Gamow o el astrónomo belga Georges Lemaître, deben considerarse como el "padre" de la teoría del Big Bang, lo dejamos a los historiadores. En 1927, Lemaître obtuvo independientemente las soluciones de Friedmann. Cuando Hubble descubrió, dos años después, que las galaxias se alejaban unas de otras, Lemaître hizo la hipótesis específica de que todo había comenzado como una gran explosión cósmica. Al comienzo existía, de acuerdo con Lemaître, un "huevo cósmico" -nuevamente un huevo- que contenía toda la materia del universo. Entonces explotó y, *voilà!*, aquí estamos todos. No quiero desestimar a Lemaître, pero, según lo que yo entiendo, la cosmología moderna cuantitativa comienza con Gamow.⁵⁹

George Smoot parece estar de acuerdo con Bernstein y señala: "El genio de Gamow incitó a la cosmología a probar la validez de la teoría del *Big Bang* y el papel de éste en la elaboración de elementos. Y fue la respuesta de Hoyle a la propuesta de Gamow lo que alentó las más acaloradas controversias en el seno de esa disciplina científica".⁶⁰

1.1.13. La teoría del *Big Bang*

La teoría del *Big Bang* sostiene que el Universo dio comienzo hace unos 15.000 millones de años, cuando un único punto llamado *singularidad*⁶¹, de materia infinitamente densa e infinitamente caliente, hizo explosión, emitiendo una inmensa cantidad de energía⁶².

En aquel momento cercano al origen, todo era homogéneo y no se podían distinguir las partículas entre sí. Las cuatro fuerzas de la naturaleza -fuerte, débil, electromagnética y gravitatoria- también eran equivalentes. La materia y la radiación estaban en equilibrio. A temperaturas tan elevadas, el número de procesos de desintegración entre cada partícula y su antipartícula era idéntico al número de procesos de creación de éstas a partir de fotones. Era la época dominada por la radiación.

A medida que el Universo se expandía, su temperatura iba decreciendo. Con el enfriamiento del Universo se pasaba por *transiciones de fase*. Una de ellas, muy importante para la evolución posterior, se produjo alrededor de una cienmilésima de segundo después del inicio. La temperatura había descendido lo suficiente para que los *quarks*, que entonces eran las partículas dominantes, comenzaran a confinarse en *protones* y *neutrones*, piezas fundamentales para la construcción de la materia que hoy conocemos.

Unos pocos segundos después del origen, la temperatura disminuyó lo suficiente como para hacer posible la llamada *nucleosíntesis*, es decir, las reacciones nucleares que dieron lugar a la producción de los elementos ligeros: el deuterio, el helio y el litio.

Unos 300.000 años después, cuando la temperatura había descendido hasta los 3.000 K, fue posible la recombinación de los electrones y protones formando los primeros átomos estables. A partir de ese momento, el Universo se hizo transparente a la radiación, que se fue enfriando libremente hasta alcanzar la temperatura de 2,7 K con que nos llega hoy la radiación de fondo remanente de aquella gran explosión (véase Cuarta Parte).

Después, la evolución del Universo siguió un lento proceso en el que se fueron formando las galaxias y, dentro de éstas, las estrellas. La visión que tenemos actualmente es la de un universo en expansión como demostró Hubble, con las galaxias alejándose unas de otras con una velocidad proporcional a la distancia que las separa. El ejemplo claro es el mencionado *desplazamiento hacia el rojo* de las galaxias alejadas de nosotros y, en particular, el de los *cuásares*, de los que hablaremos en el siguiente capítulo.

La teoría del *Big Bang* es la más aceptada hoy en día por la comunidad científica porque explica tres importantes observaciones en cosmología: la expansión del Universo, la radiación de fondo de microondas y el origen de los elementos ligeros.

La inflación cósmica

Cuando hablábamos del enfriamiento progresivo que sufrió el Universo después de la *Gran Explosión* y de las transiciones de fase por las que fue pasando la materia a medida que el tamaño del Universo iba creciendo, intencionadamente no mencionamos la primera de estas etapas, llamada *etapa inflacionaria*. Lo hacemos ahora de forma separada para explicar el origen de la llamada teoría de la *inflación*, propuesta en 1979 -según algunos científicos para salvar la teoría del *Big Bang*- y publicada en 1981 por el físico teórico Alan Guth (n. 1947).

Previamente, el *modelo inflacionario* (aunque con otro nombre), había sido propuesto por un astrónomo ruso llamado Alexei Starobinsky, pero “por desgracia - explica John Gribbin- debido a las dificultades que los científicos soviéticos tenían aún para viajar al extranjero o comunicarse con colegas fuera de la esfera de influencia soviética en esa época, las noticias no se difundieron fuera de su país”⁶³.

Guth, que no sabía nada de este trabajo, además de dar una versión más comprensible del modelo y de proceder de Estados Unidos, donde podía discutir abiertamente sus ideas con colegas de todo el mundo, “dio con el nombre pegadizo ‘inflación’ para el proceso que estaba describiendo”⁶⁴, señala Gribbin.

Esta teoría modifica parcialmente la teoría del *Big Bang* y consiste, según el cosmólogo Rafael Rebolo, Profesor de Investigación del CSIC e investigador del IAC, “en un crecimiento muy rápido del Universo tan sólo trillonésimas de trillonésimas de segundo después del origen”. Tras esta *superexpansión* o *inflación*, la expansión del Universo volvió a adquirir su ritmo normal. “Se trata -explica Rebolo- de una particularidad añadida al concepto de *Gran Explosión* para dar una explicación a ciertos problemas observacionales que habían encontrado los científicos”. En palabras de Dennis Overbye, en su libro *Corazones solitarios en el Cosmos*:

La inflación explicaba de dónde había salido el universo, cómo y por qué tenía que ser como era (plano, de temperatura uniforme y, sin embargo, tachonado de galaxias), incluso explicaba a qué fin se dirigía el universo hinchándose como un globo en la noche, y por qué esta cuestión nunca formaría parte de la vida de los astrónomos.⁶⁵

También cuenta Overbye que Guth no recordaba cuándo había acuñado el término, pero que le dijo: “Se estaba hablando de inflación en el sentido económico, y desde luego lo que el universo hizo fue inflarse, por lo que el nombre me pareció natural”.⁶⁶

Otro astrónomo ruso, Andrei Linde (1948-) ha propuesto una versión mejorada del modelo llamada *nueva inflación*, hoy más conocida como *inflación caótica*. Sobre este nuevo modelo nos interesa la siguiente reflexión de Gribbin:

La gran pregunta sin responder en la cosmología estándar del big bang es la de qué había ‘antes’ de la singularidad. A menudo se dice que la pregunta no tiene sentido, puesto que el propio tiempo empezó en la singularidad. Pero la inflación caótica sugiere que nuestro Universo creció a partir de una fluctuación cuántica en alguna región preexistente del espacio-tiempo, y que procesos exactamente equivalentes pueden crear regiones de inflación dentro de nuestro propio Universo. En efecto, nuevos universos saldrían de nuestro Universo, y quizá nuestro propio Universo haya brotado de otro universo, en un proceso que no tuvo principio y no tendrá fin⁶⁷.

En la entrada de “Cosmos” de su diccionario astronómico, Gribbin propone la siguiente definición que lo relaciona con la inflación:

Término utilizado históricamente como sinónimo del término Universo, pero que nosotros sugerimos que podría utilizarse ahora para hacer referencia al “super-Universo” que requiere la teoría de la inflación, dentro del cual nuestro Universo es simplemente una burbuja entre otras muchas.⁶⁸

Este nuevo modelo en el que el Universo se autorreproduce presenta, paradójicamente, algunas similitudes con la teoría contraria al *Big Bang*, de la que hablaremos más adelante.

La espuma cuántica

Como vemos, no todos los astrónomos contemplan una sola *Gran Explosión*. También el cosmólogo ruso Igor Novikov (1935-) nos hablaba de múltiples *big bangs* en una entrevista durante su estancia con motivo de la reunión *Key Problems in Astronomy*. Novikov se imagina la escena cósmica inicial de la siguiente manera:

La materia se encuentra en estado de falso vacío, sometido a fluctuaciones, con una densidad de materia absolutamente fantástica (10^{94} gr/cm³). En condiciones como ésta, los efectos gravitatorios cuánticos son extremadamente importantes. La evolución de las fluctuaciones cuánticas, el espacio y el tiempo juntos da lugar a muchas estructuras topológicas diferentes (arcos, murallas, colinas, pequeñas burbujas, ...) que formarían lo que llamamos "espuma cuántica". A partir de ella pueden irse individualizando pequeñas burbujas (con una masa de unos 10^{-5} gramos y un tamaño de 10^{-33} centímetros) en un espacio de tiempo muy breve (10^{-44} segundos). Esas burbujas crecen y vuelven de nuevo al principio como en un proceso de ebullición de la extraña materia. Sólo en ocasiones, cuando se dan las condiciones físicas precisas, estas burbujas alcanzan la velocidad que les permite expandirse en el tiempo. La física en el interior de las burbujas puede diferir completamente de una burbuja a otra. Nosotros vivimos en una de esas burbujas.

Y añade:

El Universo se está reproduciendo a sí mismo eternamente, existiendo eternamente en infinita variedad de estados. En una de las minipartes de este universo global y en un momento dado, las condiciones se volvieron apropiadas para la vida, en el contexto del "principio antrópico".⁶⁹

Mito y misticismo

Recuerda George Smoot que al hombre siempre le ha obsesionado la búsqueda de sus propios orígenes. "Los mitos de la creación son ubicuos, y en el mundo antiguo a veces eran centrales las imágenes del cosmos frente a todos los aspectos de la vida - religiosos, políticos y militares-. De modo que no debe sorprendernos que el Big Bang, aun en este moderno mundo secular, tome a menudo las dimensiones de un mito"⁷⁰, explica este astrónomo.

Cuando me incorporé a este ámbito de la ciencia, la teoría del Big Bang ya era preponderante, pero el proceso del Big Bang, su cataclismo, la creación de toda la materia, y la formación de las galaxias, me parecían casi místicos. Recuerdo que más de una vez me ponía a contemplar el cielo nocturno y pensaba que el Big Bang parecía tan poco probable como la imagen de Atlas sosteniendo el mundo sobre sus hombros, provocando terremotos cuando cambiaba de posición para estar más cómodo. Veinte años más tarde puede seguir

pareciéndome místico, pero no porque sea acientífico, sino porque representa algo sumamente importante para la psicología humana.

Otros también sienten esto, tal como lo demuestran las frecuentes artículos que la prensa dedica a la teoría -bien porque surge alguna nueva evidencia que la apoya o amenaza, bien porque la ausencia de evidencia la deja sin soporte-. El que la sociedad preste tanta atención a una teoría científica indica a las claras la fuerza mítica de esa teoría. La gente sabe que se trata de ciencia, pero quiere que sea algo más que eso.⁷¹

El Big Crunch

El destino final del Universo está, como su principio, aún por determinar. No sabemos si será un *universo abierto*, de expansión indefinida, cada vez más frío y más vacío, o un *universo cerrado*, que dejará de expandirse para pasar a contraerse hasta desplomarse sobre sí mismo, en una implosión cataclísmica bautizada en inglés como *Big Crunch*. La traducción de este término adopta formas diferentes según los autores: *Gran Estrujón*, *Gran Crujido* o *Gran Implosión*. En cualquier caso, un destino que dependerá de la densidad del Universo y, por tanto, de la *materia oscura*, de la que hablaremos en el capítulo sobre el *Gran Atractor*. (Las últimas noticias publicadas en la prensa, con resultados obtenidos desde el Observatorio del Roque de los Muchachos, hablan de la imposibilidad de que se produzca este *Big Crunch*⁷²).

1.1.14. La teoría del Estado Estacionario

La Iglesia Católica “se apropió del *Big Bang*”, declarando oficialmente en 1951 que este modelo estaba de acuerdo con la Biblia. (No hay que olvidar, además, que Lemaitre fue un cura católico formado por jesuitas). “Los científicos están comenzando a encontrar los dedos de Dios en la creación del Universo”⁷³, dice Smoot en su libro. Sin embargo, comenta Stephen Hawking, “a mucha gente no le gusta la idea de que el tiempo tenga un principio, probablemente porque suena a intervención divina”⁷⁴. Y añade que por ello hubo un buen número de intentos por encontrar alternativas al Big Bang, siendo la teoría del *Estado Estacionario* (*The Steady State Theory*) la que consiguió mayor apoyo.

Esta teoría se basa en el *Principio Cosmológico Perfecto*, según el cual no hay un lugar preferente en el Universo, que es igual en todas partes, no sólo en el espacio sino también en el tiempo⁷⁵. De ahí que el Universo no haya tenido principio ni fin.

Cuenta Paul Davies en su libro *The Mind of God*⁷⁶ cómo, a finales de los años 40 en Inglaterra, el astrónomo Thomas Gold y el matemático Hermann Bondi regresaban de ver una película sobre los sueños dentro de los sueños que formaban una secuencia sin fin. De repente se les ocurrió que el tema de la película podría ser una alegoría del Universo, el cual no tendría ni principio ni final y parecería siempre el mismo en cualquier época cósmica. En este universo, que sería homogéneo (igual en todos los sitios) y estacionario (no dependería del tiempo), no habría habido ninguna gran explosión o *big bang* donde toda la materia se creara.

Sin embargo, era evidente ya entonces que el Universo se expandía: las galaxias se movían unas con relación a otras separándose constantemente, lo que hacía que la densidad del Universo disminuyera. Además se sabía que las estrellas transformaban constantemente hidrógeno en helio, produciendo grandes cantidades de energía y, por tanto, aparentes pérdidas de materia. De modo que debía existir en ese universo estacionario un proceso que neutralizara o compensara estas pérdidas, creándose materia ininterrumpidamente a fin de mantener constante la densidad del Universo.

Fue Fred Hoyle quien proporcionó a finales de los cuarenta la base matemática que la teoría del *Estado Estacionario* necesitaba; propuso un mecanismo de compensación, por el cual el hidrógeno se crea de forma continua aunque en muy pequeña cantidad y muy lentamente, a un ritmo que nuestros sistemas de medida no pueden apreciar. Y todo ello sin salirse del marco de la teoría de la *Relatividad Especial* de Einstein, según la cual la materia puede transformarse en energía y la energía a su vez en materia.

Durante más de una década, esta teoría del *Universo en Estado Estacionario*, también llamada de la *Creación Continua*, fue considerada una alternativa válida a la teoría del *Big Bang*. Pero los descubrimientos científicos posteriores vinieron a reforzar esta última en detrimento de la teoría de Hoyle, que se fue debilitando hasta caer en desuso con el tiempo. Por un lado, los grandes radiotelescopios permitieron observar galaxias muy lejanas y muy diferentes a las que vemos más próximas en el tiempo y en el espacio. Por otro, se descubría una débil radiación de unos 3 grados Kelvin (la *radiación del fondo cósmica*) que los partidarios del *Big Bang* consideran la huella de la gran explosión ocurrida hace unos 15.000 millones de años.

El Universo Cuasi-Estacionario

El 30 de agosto de 1990, la revista *Nature* publicaba el artículo titulado "The extragalactic Universe: an alternative view" (El Universo extragaláctico: una visión alternativa), firmado por Halton Arp, Geoffrey Burbidge, Fred Hoyle, Jayant Narlikar y Chandra Wickramasinghe, considerados por la mayoría de la comunidad científica como los cinco ilustres "heterodoxos" que se resisten a comulgar con la teoría del *Big Bang*. En este artículo intentaban probar que la visión generalmente aceptada de este modelo para el origen del Universo no es satisfactoria (Hoyle condena la teoría del *Big Bang* "porque no puede comprobarse con observaciones directas"⁷⁷) y sugerían un modelo alternativo.

Hoy en día, Fred Hoyle y sus colaboradores siguen buscando modelos alternativos al *Big Bang* para explicar el origen del Universo, y han llegado incluso a hacer una revisión crítica de su propio modelo, la teoría del *Estado Estacionario*.

Durante la estancia en Tenerife de Jayant Narlikar, director del Centro Inter-Universitario para la Astronomía y la Astrofísica de Pune (India), en mayo de 1995, con motivo de su participación en los Coloquios IAC-Fundación BBV, le preguntamos sobre la diferencia fundamental entre la teoría del *Estado Estacionario* y su nueva formulación, la teoría del *Estado Cuasi-Estacionario*. He aquí su respuesta, publicada en *IAC Noticias*:

En la cosmología del *Big Bang*, el Universo entero se crea en un evento mítico denominado "Big Bang", en una época en la que el espacio-tiempo es singular, sin que sea posible hacer una descripción matemática ni física de la creación de materia. La teoría del Estado Estacionario describe la creación de materia como un fenómeno físico en el que la materia se produce a partir de un campo escalar de energía negativa - tensión negativa cuyas propiedades se originan en un principio de acción bien definido. A diferencia del *Big Bang*, que desencadena la expansión del Universo de forma misteriosa, la expansión del Universo Estacionario se extiende como consecuencia del proceso de creación definido en el marco de las ecuaciones de Einstein. La cosmología del Estado Cuasi-Estacionario supone la creación de la materia como consecuencia de un proceso explosivo cercano a objetos masivos que han colapsado.⁷⁸

Sobre el nuevo término, Narlikar recuerda que fue Geoffrey Burbidge quien acuñó la expresión *Cosmología del Estado Cuasi-Estacionario* estando los tres en Cambridge,

en el Royal Greenwich Observatory, en julio de 1992: “El primer borrador del artículo de Hoyle-Narlikar-Burbidge se preparó por aquel entonces y fue enviado luego al *Astrophysical Journal*, donde apareció publicado en el número de junio de 1993. Yo escribí -añade Narlikar- un artículo de divulgación en el *New Scientist* que apareció en el número del 19 de junio de 1993. Pensamos en el nombre de *Estado Cuasi-Estacionario* porque esta cosmología describe fluctuaciones oscilatorias sobre el modelo del estado estacionario a largo plazo.”⁷⁹

1.2. Historia del término

Como hemos visto, en los años cincuenta había dos teorías cosmológicas en liza. Por un lado estaba la teoría del *Estado Estacionario* (*The Steady State Theory*), también llamada la teoría de la *Creación Continua* (*The Continuous Creation Theory*), defendida por Fred Hoyle y sus colaboradores. Por otro, Gamow y los suyos defendían la inicialmente conocida como la teoría *Evolutiva* (*The Evolutionary Theory*), hasta que pasó a ser la teoría de la *Gran Explosión* (*The Big Bang Theory*).

1.2.1. El big bang de Hoyle

El término *Big Bang* fue acuñado por el astrónomo británico sir Fred Hoyle (n. 1915) cuando trataba de explicar en tono eufemístico y burlesco⁸⁰ una teoría acerca del origen del Universo con la que no estaba de acuerdo. Hoyle había sido invitado a dar una serie de seis charlas en la *BBC Radio 3*. Entonces trabajaba en el Instituto de Astronomía Teórica de Cambridge, hoy sólo Instituto de Astronomía, en cuyos jardines se encuentra una estatua que honra su memoria.

Según el Diccionario de Oxford, el término apareció escrito por primera vez en su libro *The nature of the Universe* (La naturaleza del Universo), un manual que recoge el contenido de sus charlas en la radio y que fue publicado en 1950.

Bajo el epígrafe “Teorías del Universo en expansión”, Hoyle clasifica las ideas al respecto en dos grupos: “Uno, que el Universo comenzó su vida hace un tiempo finito en una única enorme explosión [en inglés, *huge explosion*] y que la expansión actual

es una reliquia de la violencia de esta explosión. La idea de esta gran explosión [ahora escrito *big bang* en inglés] no me pareció satisfactoria -explica Hoyle- incluso antes de que un examen detallado mostrara que conduce a serias dificultades".⁸¹

No deja de ser una paradoja que fuera el propio Hoyle quien acuñara el término *Big Bang*. Seguramente, él nunca imaginó que su propio ingenio terminaría haciendo tan popular la teoría que detestaba, aunque según Dennis Overbye, "le encantó que esta denominación se convirtiera luego en la terminología normal".⁸²

Tuvimos la oportunidad de entrevistar a Fred Hoyle el 30 de octubre de 1992, con ocasión de su estancia en el Instituto como invitado a los Coloquios que el IAC y la Fundación BBV organizan conjuntamente. Resultado de la entrevista que mantuvimos fueron los artículos *La herejía de los genios*⁸³, en la sección *A través del prisma* de la revista *IAC Noticias*, y la entrevista-perfil titulada "La vida no pudo originarse en la Tierra"⁸⁴, publicada en la revista *Muy Interesante*. Destacamos a continuación algunos fragmentos de interés:

Con un marcado acento de Yorkshire y un carisma que brinda no sólo la edad, sir Fred Hoyle -cosmólogo, británico y caballero- se dirigió a un público que esperaba oír al 'padre del Universo Estacionario' con singular interés. En un momento en que la actualidad científica -el satélite COBE, por poner un ejemplo reciente- parece respaldar sin reservas el modelo del Big Bang, escuchar a Hoyle mantener la teoría contraria, su teoría, era para muchos una tentación irreprimible. Un hombre iconoclasta, dialéctico y tan combativo -dicen- como si hubiera ganado a caballo su título de caballero; que con sus libros -algunos de pura ciencia ficción- despertó vocaciones en muchos astrónomos, hoy situados quizá al otro lado del espejo. Un hombre, en cualquier caso y al margen de su heterodoxia, que figurará entre los grandes pensadores de este siglo.

Fred Hoyle sigue rechazando las pruebas en favor de la teoría del Big Bang, como los resultados del satélite COBE (de los que hablaremos en la Cuarta Parte), que en nuestra entrevista calificó sin pudor de "affaire periodístico":

Es un heterodoxo para quien el conocimiento no tiene límite. Su osadía ha llegado tan lejos que, aún hoy, con pruebas que respaldan la teoría del Big Bang, él sigue condenando lo que cree más bien una teoría política, con un buen montaje periodístico. En el momento de la entrevista que le hicimos durante su visita a España invitado por el IAC y la Fundación BBV, Hoyle se mostró contundente con las supuestas pruebas que respaldan la teoría del Big Bang. "Los resultados del satélite COBE no prueban en absoluto la teoría del Big Bang", pues según él pueden tener otras explicaciones distintas a la dada por el propio equipo del satélite. "Probablemente los datos son correctos, pero se refieren a fenómenos en nuestra propia galaxia. Creo que, como en el caso de la fusión fría, todo ha sido un affaire periodístico".

Al afirmar que la vida no pudo originarse en la Tierra, Hoyle se muestra como un firme y polémico defensor de la “panespermia” griega, aunque en versión siglo XX, abordando el problema con una visión meramente cosmológica.

La primera vez que Fred Hoyle expuso sus teorías sobre la existencia de moléculas orgánicas extraterrestres y de que la vida podía aportar formas muy diferentes de las conocidas en la Tierra, no fue a través de un artículo en una revista científica, como habitualmente se hace en estos casos. Quizá por temor al descrédito frente a sus colegas científicos lo hizo a través de una apasionante novela de ciencia ficción titulada *The Black Cloud* (La nube negra, 1957). En ella proponía que la vida en el medio interestelar habría evolucionado hasta adoptar la forma de una nube inteligente que se alimentaba de la luz de las estrellas. La amenaza que para la Tierra supone el acercamiento de esta nube detectada en el Sistema Solar provoca en la novela un enfrentamiento entre astrónomos y gobernantes, que Hoyle utiliza hábilmente como pretexto para hacer dura crítica tanto a las interferencias políticas en la labor científica como a la cantidad de errores que los científicos pueden cometer.

1.2.2. Problemas terminológicos

El principal problema del término es la complejidad del concepto. Smoot lo explica muy bien en el siguiente párrafo:

Como lo indican las palabras [Big Bang], la teoría encara el comienzo del universo con una probable erupción. Pero a diferencia de una explosión convencional, el Big Bang no tuvo lugar dentro del espacio existente, sino que creó el espacio mientras se expandía (y continúa haciéndolo). El Big Bang fue la creación cataclísmica de la materia y el espacio. Para entender las condiciones que permitieron que el Big Bang ocurriera, debemos abandonar nuestra noción racional de la materia, la energía, el tiempo y el espacio como separados. En el momento de la creación el universo existía en condiciones muy distintas, y probablemente actuaba de acuerdo a leyes diferentes de las de hoy. A veces la realidad de la cosmología supera nuestra comprensión⁸⁵.

De ahí que el término, que en español traducimos literalmente como *Gran Explosión*, no ayude a comprender lo que pasó exactamente en el origen del Universo. Como mejor comentario sobre este conflicto terminológico, véase el siguiente apartado

sobre el concurso organizado por *Sky and Telescope* para renombrar a la teoría del *Big Bang*.

En cuanto a nuestro idioma, como hemos visto a través de las encuestas analizadas en el capítulo sobre el lenguaje, encontramos que coexisten tanto la forma inglesa como su traducción literal. En el primer caso, encontramos incluso diferentes grafías. Así puede aparecer escrito, aunque no la mayoría de las veces, con minúsculas, aunque esta forma debería reservarse para cuando se hable de múltiples *big bangs*. También puede aparecer escrito con guiones. Nosotros recomendamos la más estándar *-Big Bang-* combinada con su traducción en español.

El concurso de *Sky and Telescope*

En junio de 1993, en la reunión de la Sociedad Americana de Astronomía (AAS) que tuvo lugar en Berkeley (California), el astrónomo Timothy Ferris ofreció a la prensa un avance del artículo que iba a publicar en la sección *Focal Point* de la revista de divulgación *Sky and Telescope*, en su número de agosto de ese año. El artículo concluía con la propuesta de dar un nombre nuevo a la teoría del *Big Bang*.

En su ensayo Ferris argumentaba que el término "Gran Explosión" es engañoso, trivializante e inapropiadamente belicoso para describir el suceso que la mayoría de astrónomos piensa dio origen al Universo físico -un suceso que en realidad no fue "Grande" ni consistió en una "Explosión". También hizo notar que la frase fue acuñada de forma despectiva por el principal abanderado de la teoría rival del Estado Estacionario, el astrónomo Fred Hoyle.⁸⁶

Esta cita, recogida en la revista de divulgación *Cosmos* (versión española de la americana *Sky & Telescope*⁸⁷), pertenece al artículo que Cheryl J. Beatty y Richard Tresch Fienberg escribieron con motivo del concurso patrocinado por *Sky & Telescope* para renombrar el *Big Bang*, que en la edición española de la revista - como hemos visto- traducen por la *Gran Explosión*.

Aunque la confirmación del *Big Bang* tendría que esperar otros 33 años, "a comienzo de la década de los treinta -señala Smoot- la idea y la teoría del espacio en expansión fueron por fin firmemente incluidas en la cosmología. Por desgracia, muchas personas ajenas al ámbito de la ciencia creyeron -y siguen creyendo-, que el

Big Bang fue una explosión que arrojó materia hacia el espacio vacío. El nombre de Big Bang no ayuda."⁸⁸

"Para ser justos con Sir Fred -añadía Ferris en su artículo-, se debe hacer notar que su menosprecio fue expresado en una época en que los modelos cosmológicos eran a menudo debatidos en términos desdeñosos, con la intención de recalcar los prejuicios filosóficos, reales o imaginados, de sus defensores".⁸⁹ Además Ferris recordaba que todos los nombres de las teorías científicas tenían sus puntos flacos: "la relatividad de Einstein no dice que todo es relativo y el principio de incertidumbre de Heisenberg no tiene nada que ver con la dificultad de decidirse."⁹⁰

El jurado del concurso que organizó *Sky and Telescope*, formado por Carl Sagan, Hugh Downs y el propio Timothy Ferris, no encontró entre las 13.099 postales procedentes de 41 países que llegaron a la redacción de la revista ningún término digno sucesor del original de Hoyle. Según Sagan, impresionado por todas las ideas, "no hay ninguna que llegue ni a aproximarse a la frase la Gran Explosión [Sagan dice *Big Bang* en el original en inglés] en oportunidad, especialmente cuando sopesamos su familiaridad y facilidad de uso en todo el mundo". Ya previamente Sagan había expresado sus dudas de que hubiera alguien suficientemente inteligente para eclipsar a Hoyle.

El concurso de *Sky and Telescope* realmente sirvió para saber lo que el gran público piensa acerca del origen del Universo". Hubo propuestas con evidentes connotaciones religiosas, las más numerosas, como *Creación*, *Cosmogénesis*, *Génesis* y *génesis* (con minúscula). Los acrónimos fueron frecuentes, entre otros la revista destaca: *START* (*Some Trivial Acronym Regarding Time*, Algún acrónimo trivial referente al tiempo), *Big TOE: Theory of Everything* (La Gran Teoría del Todo), *HIAWATHA* (*How It Was At That Historic Arena*, ¿Qué ocurrió en estas tierras?), *The DREAM* (*Definitive Realization of Energy and Matter*, Conocimiento definitivo de la energía y la materia), *the NICK* (*Nature's Initial Cosmic Kickstart*, La patada cósmica inicial de la naturaleza) *of Time*, *The STEAM* (*Space, Time, Energy, And Matter*, Espacio, Tiempo, Energía y Materia), *MOM* (*Mother of Matter*, la madre de la materia), *The Matter Hurler* (Lanzamiento de la materia), *Matter Morphosis* (Materia Morfosis) y *What's It Matter? Theory* (Teoría del ¿Qué pasa?).

Algunas propuestas remitían a mitos sobre la creación de muchas y variadas culturas: *Damaru* (El cubo hindú de la creación), *el Panarche* (término griego que significa “el principio de todas las cosas”), *Fatqu al-Ratqu* (frase árabe que describe el estado del Universo antes de la creación), *Origo* (del latín “origen”), *Dine Bahane* (término navajo para “creación”), *the Bottom Turtle* (“La tortuga de la base”, de una leyenda nativa americana), *Sparks of Muselpheim* (“Las chispas de Muselpheim”, la diosa Nodriz de la Tierra del Fuego) y *The Merlin Moment* (“El momento de Merlín”, en honor del antiguo mago celta).

Otras propuestas originales fueron: *Out of the Misty Mystery* (Sobre el nubloso misterio), *The Magic Wand Theory* (Teoría de la varita mágica), *Wondroustart* (Maravilloso comienzo), *Whatchamajigger Trigger* (¡ Vaya gatillazo!) y *What Happens If I Press This Button?* (¿Qué pasa si aprieto este botón?).

También se propusieron expresiones más descriptivas del concepto: *Super Speed* (Súper Velocidad), *The Grand Expansion* (La Gran Expansión) y *Space-Time Zero* (Espacio-Tiempo Cero), junto a antropónimos como *Hawking's Hunch* (El espaldarazo de Hawking), *Planck Point* (El punto de Planck) y *Hubble Bubble* (Burbuja Hubble). Y quizá, para influir en los miembros del jurado, hubo propuestas como *SAGAN* (*Scientific Apprehension of God's Awesome Nature*, Comprensión Científica de la Impresionante Naturaleza Divina) o *BS* (*Before Sagan*, Antes de Sagan).

Algunas sugerencias hacían alusión a la literatura clásica: *Origin of the Space-ies* (Origen de las especies) y *Origin of the Theses* (Origen de las Tesis), en homenaje a Darwin; *Portrait of the Universe as a Young Bam* (Descripción del Universo como un joven Bam), por James Joyce; *Stellifie*, por Geoffrey Chaucer; y *Rise of the Ancient Matter* (Aparición de la Materia Primitiva), por Samuel Taylor Coleridge.

Junto a propuestas informáticas como *God's Log-On* (La conexión con Dios) y *The Big Boot* (El gran arranque), hubo pequeños homenajes al cine: *God Fodder.Part I* (El pasto de Dios, Primera parte), *Jurassic Quark* (Quark Jurásico) y *The Force* (La Fuerza).

También hubo homenajes a *Pink Floyd*, *Bob Dylan* y *Elvis Presley*, proponiendo sus nombres como alternativas a la *Gran Explosión*. “Desde la República de Sudáfrica - cuentan Beatty y Fienberg- un tal Phil envió su nombre, *Phil Withair*, con la consiguiente explicación: “Nada llevará nunca mi nombre, entonces ¿por qué no?”⁹¹

1.3. Repercusión en la prensa

Desde su formulación como teoría, a finales de los años cuarenta, hasta principios de los noventa, la teoría del *Big Bang* se ha ido manteniendo en la primera posición científica, por delante de cualquier otra opción cosmológica, a falta de un descubrimiento que la respaldara definitivamente. Este descubrimiento parece haberse producido, como veremos, con los resultados obtenidos por el satélite *COBE* y el *Experimento de Tenerife sobre la Radiación del Fondo Cósmico*. Ahora, ya casi nadie parece dudar de esta teoría, aunque también podríamos estar equivocados. Como advertía Kuhn, nuestras teorías siempre están en evolución. Lo que es paradigma hoy será de interés histórico mañana. Toda la historia de la ciencia nos demuestra claramente que las teorías se reemplazan por otras, más completas o radicalmente distintas.

Con respecto al futuro de la teoría del *Big Bang*, el cosmólogo Rafael Reboló nos comenta:

Esta teoría, basada en un conjunto de hipótesis bien definidas, proporciona una explicación a varios fenómenos que observamos en el Universo: la expansión o alejamiento de las galaxias, el fondo de radiación de microondas y las cantidades relativas de los elementos de menor masa atómica. El número de ‘observables’ frente a los que comparar predicciones de la teoría es más bien escaso y, por tanto, no se puede considerar ésta una teoría contrastada al nivel de otras grandes teorías de la Física (como la mecánica cuántica o la teoría general de la relatividad). Sin embargo, es probable que conforme el ingrediente básico de cualquier teoría futura del origen del Universo que además clarifique el problema en torno a la existencia y naturaleza de la materia oscura.⁹²

Los medios de comunicación han sido, durante todo este tiempo, fieles notarios de estos vaivenes reflejando las incertidumbres cosmológicas en titulares, convertidos así en pruebas a favor o en contra del *Big Bang*. De hecho, los subtítulos que acompañan a un titular con un nuevo hallazgo cosmológico, inevitablemente

incorporan la coletilla: "Estos resultados confirman la teoría del Big Bang" (aunque el verbo puede cambiarse por otros, como "reforzar", "respaldar", "avaluar",)

Como veremos en los "Análisis de prensa" de la Quinta Parte, la teoría del *Big Bang* figura indiscutiblemente en la selección de 20 noticias astronómicas del siglo XX, también reflejado en el resultado de las encuestas a periodistas.

En el período 1976-1995, el término *Big Bang* aparece en titulares de prensa de *El País* 30 veces:

- "El físico español J.M. Martín Senovilla publica una hipótesis sobre el origen del universo que rechaza el *big bang*". *El País*, 2/6/90.
- "Sancho Panza y el *Big Bang*". *El País*, 13/6/90.
- "Los investigadores ponen a prueba la teoría de la *Gran Explosión (Big Bang)* en el Instituto de Astrofísica Canario". *El País*, 5/9/90.
- "Fred Hoyle y otros astrofísicos dijeron que no hubo un único *Big Bang* que diera origen al universo, sino pequeñas explosiones". *El País*, 19/9/90.
- "Cuestionado el modelo de *materia oscura fría*, clave de la teoría del *Big Bang*, tras hallar unas estructuras galácticas". *El País*, 4/1/91.
- "¿Hay que creer en el *Big Bang*?" *El País*, 19/12/91.
- "La materia oscura del Universo exige corregir la teoría clásica del *Big Bang*". *El País*, 29/1/92.
- "Un satélite de la NASA, el COBE, envía pruebas decisivas del *Big Bang* y la formación del universo". *El País*, 25/4/92.
- "El astrofísico George Smoot presenta ante la Sociedad Física Americana su investigación sobre el *Big Bang*". *El País*, 26/4/92.
- Gráfico que explica el origen del universo mediante la teoría del *Big-Bang*. 29/4/92.
- "Descubrimiento de las ondulaciones magnéticas del *Big-Bang*, el inicio del universo". *El País*, 29/4/92.
- "El descubrimiento de las oscilaciones magnéticas del universo, cuarta prueba en favor del *Big-Bang*". *El País*, 29/4/92.
- "Preguntas formuladas tras el análisis detallado de los datos enviados por el COBE acerca del *Big Bang*". *El País*, 30/4/92.
- "Respuestas de varios científicos españoles preguntados sobre la teoría del *Big Bang* tras los datos aportados por COBE". *EL País*, 30/4/92.
- "El astrofísico George Smoot guardó en secreto seis meses los datos científicos que confirmaban el *Big Bang*". *El País*, 7/5/92.
- "Canal + emite un programa especial sobre el *Big Bang*". *El País*, 13/5/92.

- “Científicos del MIT, del Astrofísico de Canarias y del COBE aportarán datos sobre las fluctuaciones en el *big bang*”. *El País*, 20/5/92.
- “El cosmólogo Steven Weinberg afirma que el hallazgo de las fluctuaciones en el eco del *big bang* no ha zanjado nada”. *El País*, 27/5/92.
- “Entrevista con el cosmólogo Andréi Linde, uno de los padres de la teoría de la *inflación cósmica*, sobre el *Big Bang*”. *El País*, 7/10/92.
- Gráfico del despliegue de los primeros instantes del universo según la teoría del *Big Bang*. *El País*, 7/10/92.
- “Las nuevas medidas de la radiación de fondo realizadas por el satélite Cobe confirman el *Big Bang*”. *El País*, 9/1/93.
- “El astrofísico estadounidense George Smoot afirma que tiene datos muy significativos sobre el *Big Bang*”. *El País*, 6/7/93.
- “El satélite de la NASA, Cobe, que detectó pruebas decisivas del *big bang*, cesará su actividad por falta de dinero”. *El País*, 17/8/93.
- “Un descubrimiento de un equipo de científicos españoles y británicos confirma el hallazgo de 1992 sobre el *Big Bang*”. *El País*, 28/1/94.
- “Los resultados del experimento Tenerife pueden tener implicaciones fundamentales en la teoría del *Big Bang*”. *El País*, 28/1/94.
- “El astrofísico norteamericano George Smoot explica la teoría del *Big Bang*”. *El País*, 3/2/94.
- “La EU apoya con 60 millones de pesetas el Experimento Tenerife del *Big Bang*”. *El País*, 10/2/94.
- “La temperatura del destello remanente del *Big Bang* supone una nueva evidencia a favor de la teoría de la *gran explosión*”. *El País*, 1/9/94.
- “El descubrimiento entre galaxias de helio originado en los dos primeros minutos del universo confirma el *Big Bang*”. *El País*, 14/6/95.
- “La última estimación asigna una edad de 9.500 millones de años al *Big Bang*”. *El País*, 13/9/95.

Como *Gran Explosión*, en el mismo período aparece 3 veces:

- “Documentación sobre la teoría de la *Gran Explosión* del Universo”. *El País*, 19/2/84.
- “Los investigadores ponen a prueba la teoría de la *Gran Explosión (Big Bang)* en el Instituto de Astrofísica Canario”. *El País*, 5/9/90.
- “La temperatura del destello remanente del *Big Bang* supone una nueva evidencia a favor de la teoría de la *gran explosión*”. *El País*, 1/9/94. (ya mencionado).

En los suplementos "ABC de la Ciencia" y "Futuro", de los diarios *El País* y *Abc*, respectivamente, a lo largo de 1996 y 1997, recogemos el siguiente titular con el término:

- "Europa renuncia a Marte para explorar el *Big Bang*". *Abc* ("ABC de la Ciencia"), 7/6/96.

Ya hemos visto en la Primera Parte el uso en otros contextos del término *Big Bang*, que hoy puede ser no sólo una teoría sobre el origen del Universo. También puede tratarse del nombre de una terraza de verano de moda, un sistema electrónico para coches de rallye, un grupo musical o un término referido a la liberalización del mercado financiero, especialmente en japonés.

NOTAS

¹ **SMOOT, George, y DAVIDSON, Keay.** *Arrugas en el tiempo* (Wrinkles in Time). Trad. por Néstor Míguez y J.A. González Cofreces. Plaza y Janés Editores (Colección Tribuna). Barcelona, septiembre de 1994 (e.o. 1993). Pág. 31.

² “El hombre ante el Universo” fue el título de un curso organizado por la UIMP en colaboración con el IAC y celebrado en Sevilla, del 19 al 23 de septiembre de 1994.

³ *El País*, 2/6/95.

⁴ **OVERBYE, Dennis.** *Corazones solitarios en el Cosmos*. (Lonely Hearts of the Cosmos). Trad. por María del Mar Moya y Miquel Muntaner. Editorial Planeta (Documentos). Barcelona, 1992 (e.o. 1991). Pág. 11.

⁵ Conferencia de Manuel Calvo Hernando en la Residencia de Estudiantes del CSIC el 11 de junio de 1996.

⁶ **BERNSTEIN, Jeremy.** *Quarks, chiflados y el cosmos*. (Cranks, Quarks and the Cosmos). Trad. por Tomás González Larena. Alianza Editorial. Madrid, 1994. (e.o. 1993). Pág. 103. Este libro recoge una serie de artículos publicados en la revista norteamericana *The New Yorker* que Bernstein, físico y periodista, escribió sobre aspectos divulgativos de la ciencia y perfiles humanos de científicos conocidos.

⁷ *Ibidem*. Pág. 104. Como veremos más adelante, el mito chino del huevo cósmico se adelantó al concepto del *Big Bang*: el huevo contenía el Yin y el Yang, las dos fuerzas contrapuestas de las que está hecho el Universo, las dos energías en guerra que un día le hicieron estallar, separando el cielo de la tierra. Véase **PHILIP, Neil.** *El libro ilustrado de los mitos*. (The Illustrated Book of Myths). Trad. por Antoni Puigròs. Ediciones B. Barcelona, 1995. Págs. 22-23.

⁸ **BERNSTEIN, op. cit.** Págs. 103 y 104.

⁹ Esta fecha también podría haber sido el 26 de octubre, a las 10 de la mañana, tal y como se apunta en **BERNSTEIN, op. cit.** Pág. 105 y en **GRIBBIN, John.** *Diccionario del Cosmos* (Companion to the Cosmos). Trad. por Javier García Sanz. Editorial Crítica (Grijalbo Mondadori). Barcelona, 1997 (e.o. 1996). Pág. 337.

¹⁰ **LÓPEZ, Cayetano.** “El Universo cumple años” en *El País*, 22/10/96. La fecha del 22 de octubre procede de este artículo.

¹¹ En este trabajo supondremos la edad del Universo en 15.000 millones de años, si bien aún no se ha establecido un valor definitivo, que podría estar comprendido entre 10.000 y 20.000 millones de años.

¹² **ASIMOV, Isaac.** *El Universo* (The Universe. From Flat Earth to Quasar). Trad. por Miguel Paredes Larrucea. Alianza Editorial. Madrid, 1986, 10ª reimpresión (e.o. 1966). Pág. 11.

¹³ *Ibidem*. Pág. 14.

¹⁴ **HAWKING, Stephen W.** *Historia del tiempo. Del big bang a los agujeros negros*. (A Brief History of Time. From the Big Bang to Black Holes). Trad. por Miguel Ortuño. Introducción de Carl Sagan. Editorial Crítica. Barcelona, 1989, 9ª edición (e.o. 1988). Pág. 20.

¹⁵ En el Antiguo Testamento, la Tierra está inmóvil en el centro del Universo y el Sol gira en torno a ella.

¹⁶ Como es bien conocido, la Inquisición procesó y obligó a Galileo a retractarse de sus teorías heliocentristas, haciéndole abjurar el 22 de junio de 1633 en el convento de Santa María sopra Minerva, en el centro de Roma.

¹⁷ **HUBBLE, Edwin.** *The Realm of the Nebulae*. Foreword by James E. Gunn. Yale University Press (Silliman Milestones in Science), New Haven and London, 1982 (e.o. 1936). Pág. 23. Texto en inglés: “A single stellar system, isolated in the universe, did not satisfy his philosophical mind. He imagined other, similar systems and, as visible evidence of their existence, referred to the mysterious clouds called ‘nebulae’”.

¹⁸ **GRIBBIN, John.** *En busca del Big Bang* (In search of the Big Bang). Trad. por Manuel Martínez Luque-Romero. Ediciones Pirámide. Madrid, 1989, 2ª edición (e.o. 1986). Págs. 29 y 30.

¹⁹ En la Primera Parte de *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* (Historia General de la Naturaleza y Teoría de los Cielos), de 1755.

²⁰ **OSTERBROCK, Donald, GWINN, Joel A., y BRASHEAR, Ronald S.** “Edwin Hubble y el universo en expansión”, en *Investigación y Ciencia*, septiembre de 1993. Págs. 8-13.

²¹ Recogido en **HUBBLE, op. cit.** Págs. 23-24. Texto en inglés (traducción libre de Hubble): “Let us imagine a system of stars gathered together in a common plane, like those of the Milky Way, but situated so far away from us that even with the telescope we cannot distinguish the stars composing it; let us assume that its distance, compared to that separating us from the stars of the Milky Way, is in the same proportion as the distance of the Milky Way is to the distance from the earth to the sun; such a stellar world will appear to the observer, who contemplates it at so enormous a distance, only as a little spot feebly illumined and subtending a very small angle; its shape will be circular, if its plane is perpendicular to the line of sight, elliptical, if it is seen obliquely. The faintness of its light, its form, and its appreciable diameter will obviously distinguish such a phenomenon from the isolated stars around it”

²² *Ibidem*. Pág. 25. Texto en inglés: “The realm of the stars was once known as the ‘universe of stars’ and the term persisted after the isolation of the stellar system was recognized. The multiplication of stellar systems led to the term ‘Weltinseln’ -Island Universes- used in von Humboldt’s *Kosmos* (Vol. III [1850]), presumably for the first time. In the familiar English translation by Otté (1855), the word is translated literally as ‘world islands’ (Vol. III, 149, 150). The transition to ‘islands universes’ is an obvious step, but the writer has not ascertained the first use of the term.”

²³ **ASIMOV, op. cit.** Pág. 71.

²⁴ **DE TORRES, Carlos.** ¿Por qué es tan oscura la noche?”, en *La Vanguardia*, 10/3/90.

²⁵ El efecto Doppler comprime las ondas sonoras o luminosas de un objeto que se aproxime al observador y las expande cuando el objeto se aleja. Suele ilustrarse con el ejemplo del tren: el sonido del silbato de un tren es más agudo cuando éste se aproxima que cuando se encuentra en reposo con relación a nosotros. Este fenómeno lleva el nombre del físico austríaco que lo descubrió en 1842: Christian Doppler (1803-1853).

²⁶ **POE, Edgar Allan.** *Eureka*. (Eureka: A Prose Poem). Prólogo y trad. por Julio Cortázar. Alianza Editorial. Madrid, 5ª reimpresión. Pág. 93.

²⁷ **SMOOT y DAVIDSON, op. cit.** Pág. 43.

²⁸ *Ibidem*. Pág. 45.

²⁹ **GRIBBIN, Diccionario..., op. cit.** Pág. 82.

- ³⁰ **SMOOT y DAVIDSON**, *op. cit.* Pág. 49.
- ³¹ También *Teoría Especial de la Relatividad*.
- ³² En la ecuación $E=mc^2$, E es la energía, m es la masa y c la velocidad de la luz.
- ³³ También *Teoría General de la Relatividad*.
- ³⁴ El *espacio-tiempo* es un sistema de coordenadas que describe la posición de un objeto tanto en el tiempo como en el espacio, magnitudes que conceptualmente no son separables (al contrario de lo que Newton pensaba), sino que deben ser tratados siempre conjuntamente.
- ³⁵ **SMOOT y DAVIDSON**, *op. cit.* Pág. 50.
- ³⁶ En **HARAMUNDANS, Katherine (editora)**. *Cecilia Payne-Gaposchkin, an autobiography and other recollections*. Cambridge University Press. Cambridge, 1984. Pág. 118. Texto en inglés: “*The experience was so acute, so personal, that I felt a stir of surprise when I read an account of this same lecture in James Hilton’s Random Harvest*”.
- ³⁷ Recogido en **SMOOT y DAVIDSON**, *op. cit.* Pág. 50.
- ³⁸ *El País*, 27/2/98.
- ³⁹ Idea expuesta en **SHAROV, Alexander S., y NOVIKOV, Igor D.** *Edwin Hubble, the Discoverer of the Big Bang Universe*. Traducido por Vitaly Kisin. Cambridge University Press. Cambridge, 1993. Pág. 49.
- ⁴⁰ **OSTERBROCK y otros**, *art. cit.*
- ⁴¹ En mayo de 1922, Hubble presentó a la revista *The Astrophysical Journal* un artículo titulado “General Study of Diffuse Galactic Nebulae”. Citado en **SHAROV y NOVIKOV**, *op. cit.* Págs. 19 y 25.
- ⁴² Entrevista personal con Allan Sandage con motivo de su participación en la reunión “Key Problems in Astronomy”, organizada por el IAC y la Fundación BBV y celebrada del 10 al 13 de enero de 1995, en el Puerto de la Cruz (Tenerife).
- ⁴³ Aplicado el efecto Doppler a la luz o cualquier otra radiación de objetos astronómicos, se dice que presenta un *desplazamiento hacia el rojo* (también *corrimiento al rojo*) en su espectro, si el objeto se está alejando del observador, y un *desplazamiento hacia el azul* (o *corrimiento al azul*), si se está acercando. Existen dos tipos más de desplazamientos hacia el rojo no debidos al *efecto Doppler*.
- ⁴⁴ Este telescopio honra la memoria de la persona que lo financió.
- ⁴⁵ **HAWKING**, *op. cit.* Pág. 26.
- ⁴⁶ Comentario hecho por la astrónoma Wendy Freedman en una entrevista personal con motivo de su estancia en Tenerife.
- ⁴⁷ Su notación matemática es H_0 . La relación que estableció Hubble se expresa $v = H_0 D$, siendo v la velocidad, H_0 la constante de Hubble y D la distancia. La constante de Hubble se mide en km/s/Mpc (kilómetros por segundo y por megaparsec).
- ⁴⁸ Véase “Hipparcos, agrimensur del Universo”, en *ABC Cultural* (“ABC de la Ciencia”) 21/2/97.
- ⁴⁹ Allan Sandage es el personaje central en este libro, de Dennis Overbye, quien le retrata duramente. Pág. 49: “Allan Sandage había medido la edad del Universo. En 1954 esto le valió su primer titular en el *New York Times*”. Pág. 66: “Cuando el informe se publicó en 1956, consolidó la posición de Sandage como sucesor de Hubble. ‘El nacimiento del universo coincide con la explosión’, rezó el titular del *New York Times*”.
- ⁵⁰ *El País*, 6/3/96.
- ⁵¹ Las entrevistas mantenidas con Allan Sandage, así como con los astrónomos Geoffrey Burbidge, Margaret Burbidge e Igor Novikov, aquí reflejadas en parte, fueron publicadas posteriormente por la revista de divulgación *Muy Especial*, N. 26. Verano de 1996, dedicado al Universo. Págs. 74-97. También hubo un especial de *IAC Noticias* sobre esta reunión con entrevistas a cada uno de los grandes astrónomos invitados.
- ⁵² **POE**, *op. cit.* Pág. 35.
- ⁵³ **SMOOT y DAVIDSON**, *op. cit.* Pág. 73.
- ⁵⁴ *Ibidem*. Pág. 75. El traductor de este libro advierte en nota al pie el juego de palabras al que se prestaba el nombre de Lemaître, literalmente “el maestro” en francés.
- ⁵⁵ *Ibidem*.
- ⁵⁶ Gamow aclara en el prefacio de la edición revisada de agosto de 1960 que, en vista de las objeciones suscitadas por algunos críticos en relación con la palabra “creación”, el autor entiende este término no en el sentido de “hacer algo a partir de la nada”, sino más bien en el de “dar forma a algo que no la tenía”, como, por ejemplo, en la expresión “la última creación de la moda parisina”. **GAMOW, George**. *La creación del Universo* (The Creation of the Universe). Trad. por Manuel Pérez Sama. RBA Editores (Biblioteca de Divulgación Científica de *Muy Interesante*). Barcelona, 1993 (e.o. 1952). Págs. 11-12.
- ⁵⁷ **GAMOW**, *op. cit.* Pág. 90. Obsérvese la grafía que emplea Gamow aquí.
- ⁵⁸ *Ibidem*. Pág. 15.
- ⁵⁹ **BERNSTEIN**, *op. cit.* Pág. 113.
- ⁶⁰ **SMOOT y DAVIDSON**, *op. cit.* Pág. 80.
- ⁶¹ *Singularidad* es un concepto matemático: región del espacio-tiempo donde alguna variable física toma un valor infinito, según una definición del *Vocabulario Científico y Técnico* de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Según la definición astronómica que da el Diccionario de Oxford es una región en el espacio-tiempo donde la materia es infinitamente densa.
- ⁶² Para explicar este proceso nos hemos ayudado en parte de la “Guía Cosmológica” que publicamos en el suplemento especial de *IAC Noticias* sobre la *II Canary Islands Winter School of Astrophysics*, titulada “Observational and Physical Cosmology” (Cosmología Física y Observacional), y celebrada en el Puerto de la Cruz (Tenerife), del 3 al 14 de diciembre de 1990.
- ⁶³ **GRIBBIN**, *Diccionario...*, *op. cit.* Pág. 178.
- ⁶⁴ *Ibidem*. Pág. 178.
- ⁶⁵ **OVERBYE**, *op. cit.* Pág. 248.
- ⁶⁶ *Ibidem*. Págs. 279-280.
- ⁶⁷ **GRIBBIN**, *Diccionario...*, *op. cit.* Pág. 178.
- ⁶⁸ *Ibidem*. Pág. 82.
- ⁶⁹ Este principio sostiene que el Universo es como es porque tiene que favorecer la vida. Para más información sobre este principio en el contexto cosmológico véase **BARROW, John, y TIPLER, Frank**. *The Anthropic Cosmological Principle*. Oxford University Press. Oxford, 1986.

- ⁷⁰ **SMOOT y DAVIDSON**, *op. cit.* Pág. 31.
- ⁷¹ *Ibidem.* Pág. 30.
- ⁷² *El País*, 10/9/97.
- ⁷³ **SMOOT y DAVIDSON**, *op. cit.* Pág. 31.
- ⁷⁴ **HAWKING**, *op. cit.* Pág. 74.
- ⁷⁵ Todos los modelos cosmológicos modernos -entre ellos, por supuesto, el del *Big Bang*- se basan en el llamado *Principio Cosmológico*, que establece que el Universo a gran escala es *homogéneo* (la distribución de la materia es la misma en cualquier parte) e *isótropo* (parece el mismo en todas las direcciones). Sin embargo, la variante que introduce el *Principio Cosmológico Perfecto* -el Universo también sería igual en cualquier época-, sólo es compatible con la teoría del *Estado Estacionario*, a la que fundamenta.
- ⁷⁶ **DAVIES, Paul.** *The Mind of God. Science and the Search for Ultimate Meaning.* Simon & Schuster. London, 1992. Pág. 55. El film al que se refiere se titulaba *Dead of Night*. (*Al morir la noche*, en español), película fantástica de 1945 basada en cinco episodios alucinantes de H.G. Wells. Precisamente fueron Gold y Bondi los que acuñaron el término *Principio Cosmológico Perfecto* en 1948.
- ⁷⁷ **DEL PUERTO, Carmen.** "La herejía de los genios", en *IAC Noticias*, N. 1-1993. Págs. 22-25.
- ⁷⁸ "El Universo Cuasi-Estacionario", entrevista con Jayant Narlikar publicada en *IAC Noticias*, N. 2 y 3 - 1993. Pág. 47.
- ⁷⁹ Entrevista personal con Jayant Narlikar.
- ⁸⁰ Se dice que Hoyle se sirvió de este término por sus connotaciones sexuales. Cuenta Overbye que en cierta ocasión comparó la idea de que el Universo tuviera un principio con el espectáculo de una chica alegre surgiendo del interior de un pastel de cumpleaños (*véase OVERBYE, op.cit.* Pág. 51)
- ⁸¹ **HOYLE, Fred.** *The Nature of the Universe.* A series of Broadcast Lectures. Basil Blackwell. Oxford, 1950. Pág. 102. Texto en inglés: "Theories of the Expanding Universe", "... One was that the Universe started its life a finite time ago in a single huge explosion, and that the present expansion is a relic of the violence of this explosion. This big bang idea seemed to me to be unsatisfactory even before detailed examination showed that it leads to serious difficulties."
- ⁸² **OVERBYE**, *op. cit.* Pág. 51.
- ⁸³ **DEL PUERTO**, "La herejía de los genios" ... *art. cit.*
- ⁸⁴ **DEL PUERTO, Carmen.** "La vida no pudo originarse en la Tierra", publicada en *Muy Interesante*, N. 146, julio, 1993. Págs. 80-82.
- ⁸⁵ **SMOOT y DAVIDSON**, *op. cit.* Pág. 21
- ⁸⁶ **BEATTY, Cheryl J., y FEINBERG, Richard T.** "Cosmología Participativa: Nuevos Nombres para el Big Bang" en *Cosmos*, mayo de 1994. Págs. 286-288. Artículo en inglés: "Participatory Cosmology: The Big Bang Challenge", en *Sky and Telescope*, marzo de 1994. Págs. 20-22.
- ⁸⁷ Esta versión española ya no se edita en la actualidad.
- ⁸⁸ **SMOOT y DAVIDSON**, *op. cit.* Pág. 76.
- ⁸⁹ **FERRIS, Timothy.** "En busca de un nuevo nombre para el Big Bang" en *Cosmos*, octubre de 1993. Págs. 672-673. Artículo en inglés. "Needed: A Better Name for the Big Bang", en *Sky and Telescope*, agosto de 1993. Págs. 4-5.
- ⁹⁰ **FERRIS**, *art. cit.*
- ⁹¹ **BEATTY y FEINBERG**, *art. cit.*
- ⁹² Entrevista personal con Rafael Rebolo.

2. CUÁSARES, en los confines de lo observable

El 30 de abril de 1991, el Instituto de Astrofísica de Canarias anunciaba en una nota de prensa que el telescopio británico "Isaac Newton", del Observatorio del Roque de los Muchachos, había descubierto el cuásar más brillante del Universo y uno de los objetos más lejanos hasta entonces conocido. Éste era un ejemplo más - puntualmente recogido por la prensa española- de la potencia de la instrumentación científica instalada en Canarias y un hito astronómico que poco después sería superado por sucesivos récords de observación en este campo.

La búsqueda incesante de *cuásares* cada vez más lejanos ilustra una parte del quehacer astronómico en las últimas décadas. Y ello por una razón de peso que se sumaba al interés intrínseco por estos objetos: cuanto más distancia se alcanzaba más se retrocedía en el tiempo, hasta una época remota en la que el Universo era muy joven.

Sin embargo, cuando parecía ya difícil rebasar el último récord de distancia establecido para los *cuásares*, el avance en la instrumentación ha permitido descubrir recientemente que existen galaxias más lejanas aún. De modo que los *cuásares* han dejado de estar en los llamados *confines del Universo*, como recoge el título de este capítulo y que, sin embargo, mantendremos por tradición. Pero - insistimos- las últimas observaciones apuntan a que los objetos más lejanos son las primeras galaxias que se formaron después de la Gran Explosión.

También se sabe, como veremos, que hay *cosmosomas* en una época muy temprana del Universo. El siguiente paso es observar rastros visibles de las galaxias en vías de formación, es decir, el paso intermedio entre las galaxias más lejanas vistas hasta ahora y los *cosmosomas*, que son las semillas de las galaxias (o de los cúmulos y supercúmulos de galaxias).

2.1. Divulgación científica

A principios de los años sesenta empezaron a identificarse unas estrellas débiles y azuladas, que emitían ondas de radio y producían un espectro anormal. Los científicos estaban consternados pues sabían que las estrellas normales emiten muy poca energía en radio. De hecho, sólo gracias a su cercanía es posible detectar el Sol con radiotelescopios, lo cual sería imposible si nuestro astro se encontrase a la distancia de la estrella más próxima. En 1963, el enigma de las radioestrellas se resolvió, si bien a costa de plantearse un misterio nuevo.

2.1.1. El espectro electromagnético

Aunque la descomposición de la luz blanca en colores por las gotas de lluvia (arco iris) es uno de los fenómenos más llamativos de la naturaleza, fue Isaac Newton, en 1672, el primero en resaltar que cuando lo hace a través de un prisma, los colores que la componen (rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul y violeta) se dispersan formando un *espectro* (así lo llamó el propio Newton).

La luz es una *onda electromagnética* que transporta energía radiada por un cuerpo a la mítica velocidad de 300.000 km/s. Las ondas electromagnéticas también se pueden comportar como partículas llamadas *fotones*. La interpretación de Einstein del efecto fotoeléctrico¹, en 1905, anticipó la dualidad onda-partícula. Einstein establecía así uno de los principios básicos de la *mecánica cuántica*, a pesar de no creer en la interpretación estadística que se hacía de ella. Es famosa la frase "Dios no juega a los dados con el Universo" que Einstein utilizó para mostrar su disconformidad con la idea probabilística de la física cuántica y sus consecuencias². Sin embargo, por este descubrimiento (y no por la teoría de la *Relatividad*) recibió el Premio Nobel de Física de 1921.

A cada color del espectro le corresponde una determinada *longitud de onda*³, inversamente proporcional a su *frecuencia*⁴: los colores rojos tienen longitudes de

onda máximas y frecuencias mínimas, al contrario que los azules y violetas, con longitudes de onda mínimas y frecuencias máximas⁵.

El *espectro electromagnético* es la gama completa de longitudes de onda o frecuencias en que se distribuye la energía o radiación. De un extremo a otro del espectro, de menor a mayor longitud de onda, se encuentran:

- la *radiación gamma* (rayos **g**): inferior a 0,1 Å.
- la *radiación X* (rayos X): entre 0,1 y 100 Å.
- la *radiación ultravioleta* (rayos UV): entre 100 y 4.000 Å.
- la *radiación óptica* (luz visible): entre 4.000 y 7.000 Å.
- la *radiación infrarroja* (rayos IR): entre 7.000 Å y 1 mm.
- la *radiación en radio* (ondas de radio): superiores a 1 m.

El ojo humano, seriamente limitado para la astronomía, sólo tiene sensibilidad a la luz visible⁶, por lo que debe ayudarse con telescopios e instrumentación especial para detectar los otros tipos de radiación.

En luz visible, una galaxia ofrece el aspecto de un conglomerado de estrellas, pero con nubes de gas y polvo que limitan la visión a través. En infrarrojo (y a medida que vayamos a longitudes de onda más largas), el gas y el polvo son más transparentes y puede llegar a observarse lo que hay detrás de ellos. En radio, se detectan las zonas con electrones acelerados, partículas cargadas eléctricamente. En rayos X, sólo observables desde el espacio debido a la atmósfera, se pueden ver zonas donde se encuentran partículas muy energéticas o con temperaturas de millones de grados. Y en rayos gamma, también visibles sólo con telescopios espaciales, se detectan mayores energías aún, procedentes de electrones que han sido acelerados a velocidades próximas a la de la luz. También debemos mencionar la nueva región de los fotones TeV, miles de veces más energéticos que los rayos gamma detectados por los satélites y que se están estudiando con telescopios como los del Experimento HEGRA, en el Observatorio del Roque de los Muchachos.

A principios del siglo XIX, el óptico alemán Joseph von Fraunhofer (1787-1826) inventó el *espectroscopio* y estudió con él las líneas oscuras⁷ que surcaban el espectro del

Sol. Gustav R. Kirchhoff (1824-1887), otro físico alemán, demostró posteriormente que esas líneas oscuras, donde la intensidad luminosa era menor, correspondían a absorciones de la radiación debidas a elementos químicos presentes en el Sol y en otras estrellas.

El análisis de las *líneas espectrales* proporciona una información muy útil a los astrofísicos sobre el objeto del Universo del que proceden. Principalmente:

- su composición química, por la huella que deja cada elemento, emisor de una radiación electromagnética específica;
- sus condiciones físicas (temperatura, densidad, presión, campos magnéticos, ...), por el ensanchamiento, debilitamiento y desdoblamiento de ciertas líneas espectrales con respecto a las de otras estrellas que se usan como patrón;
- su movimiento y velocidad: si se aleja o se acerca, por el alargamiento o acortamiento de sus longitudes de onda.

Como ya comentamos en la Primera Parte, la técnica de la espectroscopia determinó el nacimiento de la astrofísica a finales del siglo XIX.

Las ondas de radio

Las *ondas de radio* (o *radioondas*) son ondas electromagnéticas con longitudes de onda largas (desde 1 milímetro hasta cientos de kilómetros) y frecuencias bajas (desde 20 kilohertzios hasta 300 gigahertzios). Las mayores frecuencias observables desde Tierra corresponden a las *ondas milimétricas* y *submilimétricas*, por encima de las *microondas*, entre 1mm y 1m. (Las ondas kilométricas sólo pueden observarse desde el espacio y con antenas de gran extensión).

Dado que nada frena a las ondas de radio en su trayecto (sólo se “enfían” por la expansión del Universo), se pueden obtener imágenes de regiones ocultas por nubes de partículas como, por ejemplo, el centro de nuestra galaxia, mucho más claras que en el rango óptico.

Las *ondas de radio* de origen extraterrestre (procedentes del espacio cósmico), o lo que es lo mismo las *fuentes⁸ de radio* o *radiofuentes*, no se descubrieron hasta los años treinta, aunque el término *radioastronomía* se acuñó en inglés a finales de los cuarenta⁹ y como ciencia -veremos- no se desarrolló hasta después de la Segunda Guerra Mundial.

Si bien en esta rama científica cualquier frecuencia de radio (o *radiofrecuencia*) es válida, en la práctica y por acuerdo internacional se comparten con las de las telecomunicaciones y otros servicios, que se limitan a determinadas bandas para minimizar las interferencias con las observaciones astrofísicas.

2.1.2. El nacimiento de la radioastronomía

Karl Jansky (1905-1950), un ingeniero de los Laboratorios Bell de Nueva Jersey (Estados Unidos), debía averiguar y eliminar el ruido que provocaba interferencias en las comunicaciones transatlánticas y dificultaba las llamadas telefónicas con Europa. En 1931, Jansky había identificado, con ayuda de una antena lineal, ondas de radio procedentes de lejanas regiones centrales de la Vía Láctea. Por entonces, apenas se prestó atención científica a este descubrimiento¹⁰ (aunque fue noticia de primera página en varios periódicos, entre ellos el *New York Times*¹¹, cuando se anunció el 5 de mayo de 1933). Durante su estancia en el IAC, el radioastrónomo Heinz Andernach contó en la revista *IAC Noticias* cómo fue la evolución posterior:

Las dos décadas siguientes estuvieron dominadas por estudios *amateurs* (como los efectuados por Grote Reber, usando una antena de 9 m fabricada por él mismo en la trasera de su casa¹²) y por descubrimientos accidentales durante la Segunda Guerra Mundial (inicialmente se pensó que la emisión del Sol era el ruido de radio emitido por el ejército alemán para confundir a los radares ingleses; en 1942 se descubrió que se trataba de la segunda radiofuente cósmica)¹³.

Aparte de la emisión del Sol, detectada igualmente por los alemanes y confundida con una interferencia aliada, también se detectaron meteoros por radar, que en un primer momento provocaron falsas alertas al pensar que se trataba de la llegada inminente de los cohetes V-2 alemanes.

Un astrónomo holandés en la Europa ocupada realizó un trabajo pionero que predecía la emisión de hidrógeno neutro en 21 centímetros, aunque no pudo confirmarse observacionalmente hasta 1951. Por supuesto, todas estas observaciones se clasificaron como secretos militares.

En los mapas que el radioaficionado Grote Reber¹⁴ obtuvo con su radiotelescopio¹⁵ no sólo aparecía la región central de la *Vía Láctea* detectada por Jansky como fuente emisora de radio, sino también otras dos fuentes de radio llamadas Cyg A y Cas A (los nombres derivan, como hemos visto, de la constelación de la que proceden -*Cisne* y *Casiopea*, respectivamente-, mientras que la "A" denota que se trata de las fuentes de radio más brillantes). De estos dos objetos, *Cygnus A* se confirmó más tarde como una radiogalaxia lejana, la más brillante del cielo¹⁶. Reber publicó estos resultados en 1940, en *The Astrophysical Journal*, en un artículo titulado "Cosmic Static" (Ruido Cósmico).

Sólo a principios de los años cincuenta se identificaron las primeras fuentes de radio extragalácticas¹⁷, dando paso al descubrimiento de *radiogalaxias* como *M87* o *Centaurus A*. La potencia de emisión de estos objetos es mucho mayor en radio que en longitudes de onda ópticas; desde entonces (¡y hasta ahora!) se han suscitado toda clase de especulaciones sobre el origen de esta energía. El problema se agravó a mediados de los sesenta con el descubrimiento de los *cuásares* (objetos casi estelares), a distancias cada vez mayores.¹⁸

2.1.3. Las radiogalaxias

Tras la Segunda Guerra Mundial, sólo los científicos que habían desarrollado el radar para detectar aviones enemigos durante la guerra mostraron interés por la radioastronomía. Según el científico Kip Thorne en su libro *Agujeros negros y tiempo curvo*, los astrónomos ópticos de entonces "permanecerían desinteresados¹⁹ hasta que los radiotelescopios pudieran medir la posición de una fuente en el cielo con precisión suficiente para determinar qué objeto emisor de luz era responsable de las radioondas. Esto requería una resolución 100 veces mejor que la lograda por Reber, es decir, multiplicar por 100 la precisión con la que se medían las posiciones, tamaños y formas de las fuentes de radio".²⁰

La alta resolución que pueden alcanzar los telescopios ópticos, al tener la luz que captan longitudes de onda muy cortas, era impensable con radiotelescopios, los cuales tenían que hacer frente a grandes longitudes de onda. El problema era, por tanto, la resolución que, a su vez, estaba relacionada con el diámetro del radiotelescopio. Para mejorarla se precisaban enormes radiotelescopios, de diámetros de un kilómetro o más. En su lugar se ideó una técnica que resultó un éxito y que consistía en instalar una red de pequeños radiotelescopios con señales de salida unidas y combinadas; en otras palabras, se conectaban dos o más radiotelescopios separados por una distancia de forma que resultara el equivalente a un telescopio con un diámetro igual a su separación. Con esta técnica, llamada *interferometría*, el panorama de la radioastronomía cambió completamente.

A finales de los cuarenta, tres equipos científicos (dos en Inglaterra y uno en Australia) competían por construir los mejores radiointerferómetros. Sólo mucho después fue posible comprobar con ellos que las fuentes de radio más brillantes en el cielo eran, como veremos, galaxias muy lejanas, denominadas *radiogalaxias*.

A finales de la década de los cincuenta, sir Martin Ryle (1918-1984) y su equipo de radioastrónomos de la Universidad de Cambridge confeccionaron los primeros catálogos, revisados en la siguiente década, de todas las fuentes de radio que podían observar en el cielo, y a medida que perfeccionaban sus instrumentos, los catálogos fueron incluyendo fuentes cada vez más débiles y mejor localizadas²¹.

El equipo de Bernard Lovell²² (n. 1913), en Jodrell Bank, de la Universidad de Manchester, descubrió en 1953 que las ondas de radio de Cyg A procedían de dos grandes regiones llamadas *lóbulos* a ambos lados de la fuente. Se tenía así la imagen completa de lo que era una *radiogalaxia*: una galaxia con una emisión en ondas de radio desde mil hasta un millón de veces más intensa que la de una galaxia normal, que presenta una doble estructura con dos puntos muy brillantes en el centro y lóbulos simétricos a los lados (imagen peculiar que en un principio hizo pensar que se trataba de galaxias en colisión).

Graham Smith, un estudiante de doctorado de Ryle, envió los datos de Cyg A al astrónomo Walter Baade (1893-1960), de la Institución Carnegie en Pasadena

(Estados Unidos), para que observara y fotografiara este objeto con el telescopio óptico de 200 pulgadas (5 m) de Monte Palomar²³. A Baade también le pareció ver en las fotografías el choque de dos galaxias. Por ello, durante algún tiempo se pensó que las ondas de radio procedentes de Cyg A (y por extensión de cualquier otra fuente de radio fuera de nuestra galaxia) eran producidas por una colisión galáctica. "Cyg A es en realidad -explica Kip Thorne- una sola galaxia con una banda de polvo que pasa por delante de ella. El polvo absorbe luz de tal modo que hace que la simple galaxia tenga la apariencia de dos galaxias en colisión".²⁴

Además, las *radiogalaxias* presentaban los mayores desplazamientos al rojo jamás registrados hasta entonces, como demostró en 1960 Rudolph Minkowski, del Observatorio de Monte Palomar, con la fuente de radio 3C 295, una galaxia que se alejaba de nosotros con un corrimiento al rojo equivalente al 46% de la velocidad de la luz.

Lo único que se sabía a finales de los años cincuenta es que algunas de las radiofuentes eran muy pequeñas, mucho más pequeñas de lo que se podría esperar, siendo todas del mismo tipo que *Cygnus A*. Se supuso que según el modelo del Universo -estacionario, abierto o cerrado-, las radiofuentes mostrarían un diámetro mínimo que podría medirse con interferómetros sencillos y, según el valor hallado, se podría decir cuál de los modelos de universo era el correcto. Según el astrofísico Mark Kidger²⁵, experto en el estudio de los *cuásares*:

Todo empezó con el afán de calcular este tamaño mínimo y, de ahí, el modelo de universo. Cuando ya las fuentes más pequeñas superaron en un factor de 10 el tamaño mínimo esperado, la cuestión se convertía en una caza por ver quién encontraba la fuente más pequeña (¡una caza que no ha terminado aún!). Y, de ahí, el interés por identificar qué tipo de objeto podría dar lugar a unas radiofuentes con un diámetro de milisegundos de arco y menor (incluso a finales de los años sesenta las fuentes más pequeñas encontradas, incluido el blázar 3C 345, ya tenía diámetros de pocas décimas de milisegundos de arco), cuando el mínimo, si fuesen todos iguales a *Cyg-A*, sería del orden de 8 segundos de arco".

2.1.4. La primera radioestrella

Durante la década de los cincuenta, los radioastrónomos observaron y estudiaron fuentes de radio cada vez más pequeñas, tamaño que relacionaban con el futuro del Universo. En 1960, Tom Mathews, del Instituto Tecnológico de California y sucesor

de Minkowski como "cazador de radiofuentes", se interesó por una fuente de radio muy pequeña llamada 3C 48 (es decir, el objeto número 48 del tercer catálogo de fuentes de radio elaborado por el equipo de Cambridge y denotado 3C) en la constelación del *Triángulo*.

Mathews le dio las coordenadas del objeto para su identificación óptica a Allan Sandage, de la Institución Carnegie en Pasadena y a cargo entonces del telescopio *Hale*. Sandage encontró, "para su gran sorpresa -señala Thorne-, no una galaxia, sino un simple punto luminoso azul; parecía una estrella".²⁶ Dennis Overbye relata en su libro *Corazones solitarios en el Cosmos* la reacción de Mathews ante aquella imagen:

Mathews (sic) tomó la placa impresionada y marcó en ella la situación de la radiofuente en relación con las estrellas. Las coordenadas correspondieron exactamente a un diminuto punto de magnitud dieciséis, que observado con el visor parecía contener una punta de nebulosidad. Una estrella no había sido nunca una radiofuente. Mathews devolvió la placa a Sandage unos días después con el comentario:

- Aquí tienes: una radioestrella.²⁷

Sandage estudió detenidamente este objeto y descubrió que variaba su brillo, lo que reforzaba el hecho de que fuera una estrella, dado que las galaxias no variaban nunca. Tras obtener estos resultados -cuenta Overbye-, Sandage presentó el descubrimiento de la primera *radioestrella* en una reunión de la Sociedad Astronómica Americana que tuvo lugar en la reunión de invierno celebrada en Nueva York entre el 28 y el 31 de diciembre de 1960.

La revista *Sky and Telescope* informó sobre la reunión diciendo: "Puesto que la distancia de 3C 48 es desconocida, hay una remota posibilidad de que pueda ser una galaxia de estrellas muy distante, pero los astrónomos que se ocupan de ella están de acuerdo en que se trata de una estrella relativamente próxima con propiedades muy peculiares".²⁸

En opinión de Thorne, "estos objetos extraños eran tan parecidos a estrellas que los astrónomos siguieron tratando de interpretarlos como un tipo de estrella en nuestra propia galaxia que nunca antes había sido vista, pero las interpretaciones eran horriblemente retorcidas y difíciles de creer".²⁹

2.1.5. Nuevos objetos extragalácticos

En Australia, cerca de Sydney, el tercer equipo de radioastrónomos pioneros, liderado por Cyril Hazard, observó en 1962 la ocultación por la Luna del objeto 3C 273 y pudo

fijar así su posición con mucha precisión. Un astrónomo óptico holandés, Maarten Schmidt, que estaba trabajando en Caltech, obtuvo el espectro de esa fuente³⁰, el cual presentaba unas líneas de emisión muy brillantes. Sin llegar a comprender aún el significado de esas líneas, decidió publicar sus resultados.

En febrero de 1963, mientras estaba preparando el artículo, Schmidt dio con la explicación. Las cuatro líneas más brillantes del espectro de 3C 273 eran las cuatro *líneas de Balmer*, las que produce el hidrógeno gaseoso y, por tanto, muy conocidas. Sin embargo, sus longitudes de onda no eran normales, sino que estaban desplazadas hacia el rojo en un 16%. "3C 273 debía ser un objeto que contiene una gran cantidad de hidrógeno gaseoso y se aleja de la Tierra a un 16 por ciento de la velocidad de la luz, enormemente más rápida que cualquier estrella que un astrónomo hubiera visto nunca"³¹, explica Kip Thorne.

Schmidt comunicó su descubrimiento a su supervisor Jesse L. Greenstein (n. 1909), quien a continuación también observó en el espectro del cuásar 3C 48 líneas de elementos químicos conocidas, de nuevo desplazadas hacia el rojo. En este caso, 3C 48 se alejaba de la Tierra a un 37% de la velocidad de la luz.

Estas fuentes de radio - 3C 273 y 3C 48 - no eran definitivamente estrellas de nuestra galaxia, sino objetos extragalácticos muy lejanos, situados a 2.000 y 4.500 millones de años luz, respectivamente. Se alejaban de la Tierra a gran velocidad como resultado de la expansión del Universo y, además, eran los objetos más luminosos, con una potencia cien veces mayor que las galaxias más luminosas nunca vistas.

Schmidt envió un artículo a *Nature* titulado "3C 273: A Star'-like Object with Large Red-shift" (3C 273: un objeto parecido a una estrella con un gran desplazamiento hacia el rojo). Greenstein, citando a Mathews como coautor, envió otro artículo titulado "Red-shift of the Unusual Radio Source 3C 48" (Desplazamiento al rojo de la inusual fuente de radio 3C 48). Ambos artículos aparecieron, con algunos más sobre fuentes de radio, en el número del 16 de marzo de 1963.

Definición y propiedades

Estos objetos de apariencia óptica estelar recibieron posteriormente el nombre de *cuásares*. Mark Kidger definía hace unos años *cuásar* como “un objeto muy luminoso, que parece una estrella, pero que presenta un alto corrimiento al rojo y, por tanto, se encuentra a una distancia equivalente a una fracción importante del diámetro del Universo”. Sin embargo, en pocos años, las observaciones astrofísicas han alterado significativamente el conocimiento que se tenía de estos objetos y, como nos señala Kidger a finales de 1998, ahora la definición de *cuásar* se complica:

Por ejemplo, los *cuásares* normalmente son azules, pero existen *cuásares* de colores más rojizos. El 90% ya no son emisores en radio, muchos no son muy variables, incluso la mayoría ya no son fuentes puntuales, sino que tienen alguna galaxia o nebulosidad a su alrededor. Incluso, para algunos expertos, muchos *cuásares* ya no son tales, sino *galaxias Seyfert*. De hecho, la definición actual sería más bien: ‘el núcleo muy luminoso de una galaxia lejana que muestra unas líneas muy anchas en emisión’, ya que se encuentran excepciones para casi todas las definiciones propuestas. Incluso hay *cuásares*, del tipo de los blázares y los objetos BL Lac, que apenas muestran o no muestran líneas espectrales.

En cualquier caso, no sólo tienen interés cosmológico, también son faros astronómicos que nos permiten estudiar objetos del Universo que se encuentran en su trayectoria y cuya luz absorben. Además, los *cuásares* son de gran interés astrofísico por su variabilidad y porque aún sigue siendo un misterio cuál es la fuente de energía que genera tanta actividad y luminosidad en un volumen tan pequeño. Veamos más detenidamente algunas de estas propiedades.

La fuente de energía

Además de muy lejanos, los *cuásares* resultaron ser muy luminosos, a veces cientos de veces más brillantes que una galaxia a la misma distancia. La razón de esta increíble luminosidad tiene hasta el momento varias posibles interpretaciones.

Los astrónomos Donald Lynden-Bell (n. 1935) y Martin Rees (n. 1942), ambos de la Universidad de Cambridge, propusieron en 1969 que la energía de un *cuásar* podía explicarse por la existencia en su interior de un *agujero negro supermasivo*³² (aunque sorprendentemente entonces no utilizaron este término, como veremos en el siguiente capítulo). Ésta es la explicación más aceptada en la actualidad, que Mark Kidger nos resume a continuación:

Se supone que un cuásar es el núcleo super-luminoso de una galaxia relativamente normal (aunque la palabra "relativamente" encubra "un montón de pecados", porque las galaxias pueden no ser tan normales como se ha pensado hasta ahora). Dentro de este núcleo se encuentra un agujero negro enorme, cuya masa puede ser de hasta billones de veces la del Sol, rodeado por un gran cúmulo de estrellas y de gas. El agujero negro se alimenta de su propio entorno; es decir, tanto este objeto como el cuásar sólo se mantienen activos a base de engullir la materia que rodea al agujero negro. El material atraído por él caerá en una trayectoria espiral y a una gran velocidad hacia el límite físico del agujero negro. En esta caída su temperatura aumenta hasta alcanzar millones de grados, emitiendo una enorme cantidad de radiación. En casos extremos, la caída de una cantidad de material hacia el agujero negro central puede convertir en energía hasta un 43% de su masa, según la famosa ecuación de Einstein: $E=mc^2$. Cuando el agujero negro ha absorbido todo lo que hay en su entorno, el cuásar se extingue.

Sin embargo, una hipótesis alternativa sugiere que la fuente de energía de los cuásares puede estar relacionada con la evolución acelerada de restos de supernovas o con la existencia de cúmulos de estrellas supermasivas. En contra del "modelo canónico", José Franco, del Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México, defendía en una entrevista que las supernovas, cuando se producen en medios muy densos, también podrían explicar los núcleos activos de galaxias:

[Las supernovas] generan una luminosidad altísima en volúmenes muy pequeños, tienen una variabilidad bastante grande y el material eyectable en la explosión de una supernova tiene velocidades que van desde los 15.000 hasta los 20.000 km/s. Estas enormes velocidades que se observan quedan explicadas de una manera muy natural por supernovas y no por agujeros negros.³³

Este modelo fue propuesto en los años setenta para explicar ciertos rasgos de la curva de luz de 3C 273, hipótesis que entonces fue rechazada. "Más recientemente - explica Kidger- se ha propuesto la idea de los llamados *Warmers* basados en supernovas. La opinión mayoritaria es que los *Warmers* pueden explicar los núcleos activos menos energéticos, pero fracasan con los cuásares y las galaxias Seyfert de mayor energía. Uno de los proyectos clave de varios de los telescopios de la nueva generación de 8 a 10 metros consiste en enfrentar los dos modelos, ya que realizan unas predicciones acerca de la emisión infrarroja que fácilmente pueden comprobarse con un telescopio de gran diámetro". Y concluye este astrofísico que puede que el debate finalice, de una forma o de otra, dentro de unos 5 años.

Los dinosuarios cósmicos

Sobre otra de las peculiaridades de los *cuásares*, la gran distancia a la que parecen encontrarse, debemos decir que ha sido objeto de intensos debates que empiezan por dudar de si el desplazamiento al rojo de sus líneas espectrales se debe a la expansión del Universo.

Durante muchos años pareció que ya se hubiera alcanzado un cierto límite en la distancia a la que podían encontrarse los *cuásares*. Recientemente se han descubierto varios con valores en torno a un corrimiento al rojo de $z=5$ o superiores. La luz de estos *cuásares* comenzó el viaje hacia nosotros cuando el Universo tenía tan sólo el 5% de su edad actual. Si ésta es de unos 15.000 millones de años, la distancia de estos *cuásares* lejanos es de unos 14.000 millones de años-luz, lo que los sitúa realmente en el borde del Universo. Se dice incluso que pudo haber una *era de los cuásares*, en la que la densidad de estos objetos fue mucho mayor que en etapas posteriores de la evolución del Universo. De ahí el título de un artículo del astrónomo José Maza S., de la Universidad de Chile, que aparece en Internet: "Los cuasares [sic]: los dinosaurios cósmicos".³⁴

Podemos hacer una analogía con los dinosaurios: en los tiempos presentes vemos desde lagartijas hasta grandes cocodrilos pero ya no existen ni tiranosaurios ni brontosaurios. Los grandes saurios existieron en la Tierra hace cien millones de años pero 70 millones de años atrás se extinguieron violentamente. En la Tierra entre 70 y 140 millones de años atrás reinaron los dinosaurios. Hace 10 mil a 11 mil millones de años reinaban los cuasares en el Universo; en la actualidad sólo quedan estas lagartijas que llamamos galaxias Seyfert (bueno, algunas podrían ser iguanas o caimanes, hasta cocodrilos) pero los cuasares "de verdad" ya no existen (o a lo sumo su número es bajísimo con respecto a lo que fue).

... Esos grandes tiranosaurios celestes llamados cuasares reposan hoy en paz, al igual que los grandes saurios que descansan bajo la tierra. La "magia" de la ciencia nos permite hoy estudiar los cuasares, pese a que se extinguieron hace ya muchos años; analizando su luz suspendida en el tiempo, podremos descifrar algunos secretos de los primeros pasos del Universo.³⁵

Posiciones secretas

Hoy, cuando la mayoría de la comunidad científica está de acuerdo en situar estos objetos en los confines del Universo, hay quien cuestiona este consenso alegando que hay pruebas observacionales en contra. Es el caso del conocido astrónomo Halton Arp (n. 1927), actualmente miembro del Instituto Max-Planck de Física y Astrofísica de Garching (Alemania), a quien entrevistamos para *IAC Noticias* con motivo de su visita en enero de 1996, invitado por el IAC y la Fundación BBV.

Según este científico, los cuásares no son los objetos más lejanos del Universo, sino fenómenos originados en galaxias relativamente cercanas a la nuestra. Basándose en sus propias observaciones, Arp mantiene que los cuásares podrían ser materia expulsada por cierto tipo de galaxias activas y que los altos desplazamientos al rojo que presentan estos objetos no se deben a la expansión del Universo, como se defiende en el contexto de la teoría del *Big Bang*, sino a la propia velocidad del material expulsado por la galaxia³⁶.

Los cuásares fueron un misterio propio de la época hasta el punto de que sus posiciones astronómicas permanecieron secretas durante cierto tiempo. Arp, autor de un famoso catálogo de galaxias peculiares que se publicó por entonces, cuenta que no pudo conseguir las posiciones astronómicas de los cuásares porque se mantenían en secreto.

Los radioastrónomos medían sus posiciones y luego se las daban a determinados astrónomos que eran los que medían su corrimiento al rojo. Las posiciones de los cuásares se mantenían en secreto porque la competencia en aquella época era muy fuerte, y se pensaba que los cuásares eran objetos extraordinariamente importantes porque, si tenían corrimientos al rojo tan altos, debían estar realmente en los confines del Universo y, por tanto, en ellos estaba la solución final; creían que los cuásares iban a decirnos cuál era el tamaño real del Universo. Y todo ello iba acompañado de fama y privilegio, especialmente para quien encontrara el cuásar con mayor corrimiento al rojo, el objeto más distante.³⁷

El entorno de los cuásares

“Es como resolver un asesinato”, nos explicaba John Bahcall³⁸, del Instituto de Estudios Avanzados de Princeton (Estados Unidos), refiriéndose al procedimiento que resolverá el misterio en torno a los cuásares. Según este científico, las imágenes obtenidas con el Telescopio Espacial *Hubble* demuestran que “casi el 90% de los cuásares observados se encuentran alojados en el interior de galaxias”. Este dato, más los resultados sobre el supuesto agujero negro supermasivo en el centro de nuestra galaxia, podrían decidir si los agujeros negros son constituyentes de todas las galaxias que sólo experimentan gran actividad en un período corto de su vida, permaneciendo *dormidos* el resto del tiempo, o si realmente sólo están presentes en una fracción pequeña de galaxias en el Universo, nos aclara el astrofísico del IAC Ismael Pérez Fournon³⁹, experto en este tipo de objetos.

David Koo, del Observatorio de Lick (California) e invitado a la III Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía (SEA), habló en ella sobre los hitos alcanzados en la exploración de las galaxias distantes con el telescopio Keck, de 10 metros. Según este científico⁴⁰, "realmente, el modelo que sostiene que los *cuásares* son lejanos es correcto, aunque siempre cabe la posibilidad de que haya un pequeño grupo de *cuásares* peculiares que no sean cosmológicamente objetos tan distantes". Koo coincide con lo que apuntábamos anteriormente de que los *cuásares* más lejanos conocidos, con un corrimiento al rojo de aproximadamente 5, se formaron entre mil millones y dos mil millones de años después del *Big Bang*. "Sin embargo -añade-, las galaxias más lejanas que se han detectado hasta ahora tienen un corrimiento al rojo de 5,3, 5,6 e incluso de 5,64, por lo que son sustancialmente más lejanas y más jóvenes que los *cuásares* más lejanos, y eso tiene unas implicaciones muy importantes para los modelos". Koo concluye que la confirmación de que los *cuásares* son los objetos más lejanos del Universo habría significado, tal vez, que su origen no está en las galaxias. "Sin embargo, ya que sabemos que las galaxias son los objetos más lejanos del Universo, podemos estar seguros de que los *cuásares* se formaron a partir de las galaxias".

2.2. Historia del término

La historia del término *cuásar*, al igual que el concepto que encierra, también acusa falta de consenso, y tanto en el ámbito científico como en el terreno netamente lingüístico, como se explica a continuación.

Señalemos como anécdota curiosa una información del periódico *Baleares* del 16 de enero de 1985 que publica una fotografía sobre un nuevo *cuásar*. En el pie de foto se dice "Su nombre, 'quasar', proviene de las palabras 'quasi real', pues los científicos no encuentran aún una explicación lógica a su existencia. Para algunos podría tratarse del embrión de nuevas galaxias, de futuras constelaciones, agujeros blancos,

agujeros negros..." Entendemos que la explicación del término es una licencia del periodista.

2.2.1. Objetos casi estelares

Los cuásares recibieron inicialmente el nombre de *radiofuentes casi estelares* (*quasi-stellar radio sources*, en inglés), "como para subrayar la naturaleza provisional del diagnóstico de Sandage"⁴¹, señala Overbye. Parecían estrellas, pero no lo eran, como demostró Schmidt.

Con esta denominación aparece, según el Diccionario de Oxford⁴², en *Scientific American*, diciembre de 1963, 54/1: "En reconocimiento a su pequeño tamaño y a falta de un nombre mejor, fueron llamados *quasi stellar radio sources* (fuentes de radio casi estelares)⁴³. De ahí las siglas QRS.

Pero a pesar de que los primeros *cuásares* se identificaron como fuentes de radio, apenas un 10% de los que se conocen en la actualidad emite en esta longitud de onda.

Fue un físico de la NASA llamado Hong Yee Chiu quien, tras encontrar demasiado largo el nombre de *quasi-stellar radio sources*, decidió quedarse sólo con una forma abreviada de *quasi-stellar*, acuñando el término *quasar*. Según el Diccionario de Oxford, este físico lo utilizó por primera vez en un artículo publicado en *Physics Today*, el 21 de mayo de 1964, donde decía expresamente:

Hasta ahora, para describir estos objetos se usaba el nombre pesadamente largo de *quasi-stellar radio sources* (fuentes de radio casi-estelares). Debido a que la naturaleza de estos objetos es totalmente desconocida, cuesta disponer de una nomenclatura corta y apropiada para ellos de modo que sus propiedades esenciales sean obvias a partir de su nombre. Por conveniencia, a lo largo de este artículo se usará la forma abreviada *quasar*.⁴⁴

Según Overbye, el nuevo término provocó "un descontento general; sin embargo, el nombre quedó. Más tarde [también en 1964], ... se cambió por *objetos cuasiestelares*"⁴⁵, de donde proceden las siglas QSO (QSOs en plural).

Así vemos que aparece, según el Diccionario de Oxford, en la revista *New Scientist*, el 28 de mayo de 1964, 532/l: "Los altamente enigmáticos *objetos cuasi-estelares*, cuyo descubrimiento el año pasado ha sido considerablemente excitante para los astrónomos"⁴⁶.

2.2.2. Cuásares o QSOs

¿Cuásares o QSOs?, preguntamos a los conferenciantes invitados a la reunión en Tenerife sobre "Quasar Hosts" (Galaxias que albergan cuásares) en septiembre de 1996. A continuación reproducimos la respuesta del astrónomo John Hutchings, del Observatorio Astrofísico Dominion (Victoria, Canadá):

Los términos no están muy bien definidos; de hecho, en todas estas reuniones siempre entablamos debates sobre cómo deberíamos llamar a las cosas, lo que a mi juicio no es demasiado interesante. Al principio se llamaban QSRS (*Quasi Stellar Radio Sources*), cuando se descubrieron en los años 60; de ahí se pasó a *cuásares*, hasta que se dieron cuenta de que la mayoría de los *cuásares* no eran en realidad fuentes de radio, con los que le cambiaron el nombre a QSOs (*Quasi Stellar Objects*), que viene a ser el término más generalmente utilizado hoy en día. A veces la gente habla de *cuásares* para referirse a los que sí son fuentes de radio. Hay otros objetos, las *galaxias Seyfert*, que son como *cuásares* de poca potencia que, precisamente por su poca potencia, permiten observar las galaxias que los albergan. La mayoría de los astrónomos las considera una forma más del mismo fenómeno. No obstante, hay quienes mantienen una nomenclatura mucho más rígida y no hablan indistintamente de unos y de otros.⁴⁷

Según John Bahcall, hoy los astrónomos utilizan la terminología "de una manera muy laxa; normalmente recurren a la palabra *cuásar* para referirse a lo que antes denominaban QSOs". Pero el problema, subraya este científico, "no es una cuestión de terminología, sino de ciencia".

A lo que nos referimos normalmente cuando hablamos de *cuásares*, o lo que es más fácilmente definible mediante la palabra *cuásar*, es un objeto que es mucho más brillante que cualquier galaxia conocida, de modo que concentra mucha luz en una región compacta, más que la que esperaríamos encontrar en cualquier galaxia normal. Esas es la definición que yo utilizo y que he utilizado durante muchos años. Es una cuestión más física que otra cosa, porque lo que realmente se pregunta es cuál es el origen físico de la energía que emiten los *cuásares*, con lo cual la forma más lógica de definirlos, a mi modo de ver, es en términos de su energía.⁴⁸

Históricamente, recuerda Bahcall, los *cuásares* se identificaron en un principio como objetos casi estelares. "Pero aquello tenía más que ver con la resolución de los telescopios que con las características propias de los *cuásares*. Hemos visto que a

medida que conseguimos imágenes de mayor resolución observamos que su naturaleza no es estelar y que, con toda seguridad, en la mayor parte de los casos tienen una galaxia cercana. Un *cuásar* es algo que le sucede a una galaxia, quizá incluso una fase por la que pasan las galaxias, pero no sabemos con certeza si sucede en todas las galaxias o no".

Para Richard McMahon, del Instituto de Astronomía de la Universidad de Cambridge, también es una cuestión de historia:

Cuásar significa 'objeto casi estelar'; cuando se descubrieron los cuásares, todos ellos eran fuentes de radio, por lo que fueron estudiados sobre todo por radioastrónomos. Cuando los astrónomos ópticos comenzaron a trabajar en cuásares los llamaron QSOs. Los astrónomos de rayos X los llamaron AGN. Como vemos, se trata de diferencias culturales entre los distintos tipos de astrónomos. Yo me dedico fundamentalmente a la astronomía óptica, y utilizo las dos palabras. Es algo confuso, quizá. Si me dirijo al público en general utilizo la palabra *cuásar*, pero hablando entre colegas probablemente utilizaré QSO. Al fin y al cabo, *cuásar* es una palabra nueva; al público le gusta, pero yo prefiero QSO porque pienso que es una descripción más estricta. Se trata de una diferencia sutil, son adjetivos... Con el telescopio espacial *Hubble* se ha observado que muchos de los cuásares están en galaxias, con lo que no son QSOs.⁴⁹

Javier Armentia, director del Planetario de Pamplona y conocido divulgador científico español, dice en un artículo: "Independientemente de todo este babel de nombres, parece común hablar en general de cuasares y, si acaso por simplificar, de QSOs".⁵⁰

2.2.3. Blázares y otros AGN

Señalemos aquí que, al amparo de los cuásares, han surgido un tipo de objetos igual de misteriosos, probablemente porque se trate de una variante de aquéllos observados desde una posición privilegiada. Nos referimos entre otros a los *blázares*, término poco popular, pero de interés científico que fue objeto de un congreso organizado en Gerona por el IAC y el Consell Comarcal del Gironés, del 9 al 12 de septiembre de 1996.

Según Mark Kidger, organizador de este congreso, aunque el término *blázar* no se definió hasta 1976, el primer blázar -un *cuásar* de magnitud 17 identificado con el objeto número 345 del tercer catálogo de radiofuentes de Cambridge y conocido

popularmente como 3C 345- se descubrió en el año 1965. “Éste fue el primer *cuásar* - dice- cuya curva de luz (las variaciones de brillo de una noche a otra) se estudió de una forma detallada. Este estudio pionero, realizado por el Prof. Tom Kinman y sus colegas en el Observatorio de Lick, demostró que el nuevo objeto presentaba una curva de luz muy inquieta con enormes variaciones de luminosidad en pocas semanas o, incluso, en pocos días. Sin saberlo, Kinman estaba sentando las bases para el estudio de una nueva clase de objetos”.

Mark Kidger nos proporciona la siguiente definición de *blázar*:

Un *blazar* es un tipo muy extremo de *cuásar*. Solo el 1% aproximadamente de los *cuásares* muestran estas propiedades (variación extrema en todas las longitudes de onda, polarización a menudo alta y variable, variaciones muy rápidas de brillo, a veces en pocos minutos, ...) Su interés radica en que nos permiten ver de cerca los mecanismos que producen la energía de los *cuásares* gracias a nuestra posición de privilegio, mirando casi directamente a la garganta del objeto, hacia el agujero negro central.

Con el avance de las técnicas de observación se puso de manifiesto que una pequeña muestra de los cientos de *cuásares* conocidos mostraba unas características muy distintas a los demás, aunque los últimos catálogos incluyen casi diez mil objetos dentro de la denominación de *Núcleos Activos de Galaxias (AGN, de Active Galactic Nuclei)*, los cuales engloban los *cuásares*, los *blázares*, las *galaxias Seyfert* y otros tipos de objetos extragalácticos.

2.2.4. Problemas terminológicos

A los anteriores problemas de nomenclatura científica, en castellano se añade una dificultad más, dado que conviven diferentes grafías del término *cuásar*, así como las variaciones geográficas de uso de la terminología.

¿Quasar o cuásar?

Incluimos esta pregunta tanto en el cuestionario enviado a los astrónomos como en el correspondiente a los periodistas científicos. Las respuestas son homogéneas,

optando la mayoría por la grafía más castellana de *cuásar*, con “c”, con tilde y con el plural de *cuásares*. (Véanse Anexos).

Como ya apuntamos en el capítulo sobre el lenguaje, menos consenso parece existir entre la Real Academia Española y la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Según la Prof. Pilar de Vega⁵¹, en el caso del préstamo, se suele recurrir a una adaptación lingüística (gráfica y fonética, sobre todo) “que lo haga accesible para los hablantes, sin buscar la equivalencia semántica del concepto”. Sin embargo, es frecuente la vacilación ortográfica en términos más recientes, o en casos especiales como el procedente de marcas registradas, topónimos, antropónimos y, en general, términos internacionalmente aceptados con su forma original. “Así se producen alternancias curiosas”, señala De Vega, quien añade: “Opiniones encontradas mantienen las dos Academias por lo que respecta a *quásar* / *cuásar*, pues si la de la Lengua se decanta por la forma con q, admitiendo como variante la forma con c, la de Ciencias opta por la solución contraria”.

2.3. Repercusión en la prensa

Según el Diccionario de Oxford, las primeras referencias escritas del término *cuásar* tras acuñarse en *Physics Today* podemos encontrarlas en varios periódicos, como el *Times*, el 13 de noviembre de 1968, y el *Daily Telegraph*, el 8 de junio de 1978.

Entre 1976 y 1995, los *cuásares* (en cualquiera de sus modalidades ortográficas) aparecieron formando parte de los titulares de prensa de *El País* en siete ocasiones:

- “Los cuásares, misteriosos focos de energía”. *El País*, 27/1/78.
- “Según nuevos estudios astronómicos, los quasares se encuentran muy alejados de la Tierra”. *El País*, 28/8/84.
- “Descubrimiento de un quasar a unos 12.400 millones de años luz, el objeto celeste conocido más alejado de la Tierra”. *El País*, 5/7/86.
- “El descubrimiento de un quasar por Warren y Hewett da nuevas pistas para analizar el origen y el fin del universo”. *El País*, 24/9/86.
- “Descubrimiento del quasar más alejado de la Tierra hasta el momento, a 14.000 millones de años luz”. *El País*, 26/11/89.

- “Astrónomos de la Universidad de Barcelona determinan datos de un arco extragaláctico y un *cuásar* lejano”. *El País*, 31/1/90.
- “El objeto más luminoso del universo, un *cuásar*, ha sido observado por británicos desde Canarias”. *El País*, 26/4/91.

En los suplementos “ABC de la Ciencia” y “Futuro”, de los diarios *El País* y *Abc*, respectivamente, a lo largo de 1996 y 1997, recogemos los siguientes titulares (no incluidas las noticias breves del primero por carecer de titular propiamente):

- “*Cuásares*” (breve). *El País* (“Futuro”), 17/1/96.
- “*Cuásares*, ‘monstruos’ en el corazón de las galaxias”. “El telescopio *Hubble* aviva el debate sobre el origen de los *cuásares*”. “*Cuásares* monstruos energéticos en el corazón de las galaxias”. *Abc* (“ABC de la Ciencia”), 18/10/96.

Estos últimos titulares correspondían precisamente a un reportaje del periodista científico Carlos Elías sobre el mencionado congreso “Quasar Hosts”, celebrado en Tenerife.

NOTAS

¹ Einstein demostró que cuando un rayo de luz incide sobre una metal le arranca electrones como si contra ellos golpearan partículas de luz (efecto fotoeléctrico).

² Véase “Encuentros y conversaciones con Albert Einstein” (Manuscrito inédito de la conferencia leída en la Casa Einstein en Ulm, el 27/6/1974), en **HEISENBERG, Werner**. *Encuentros y conversaciones con Einstein y otros ensayos*. Trad. de Miguel Paredes. Alianza Editorial. Madrid, 1979. Págs: 124-125: “En la primavera de 1927 nacieron luego las relaciones de incertidumbre, que tendían definitivamente el puente a la interpretación estadística de la teoría cuántica. Y por eso mismo fueron el tema principal de discusión en Bruselas (otoño de 1927, Congreso Solvay). Einstein no quería reconocer, como ya dije, la interpretación estadística, e intentaba sin tregua refutar las relaciones de incertidumbre. Dichas relaciones vienen a decir que dos determinantes de un sistema -cuyo conocimiento simultáneo es necesario en la física clásica para determinar completamente el sistema- no pueden ser conocidas, en la teoría cuántica, con precisión absoluta al mismo tiempo, o lo que es lo mismo, que entre las incertidumbres o imprecisiones de esas magnitudes existen relaciones matemáticas que impiden el conocimiento exacto de ambas a la vez. ... y Einstein comprendió que la nueva interpretación de la mecánica cuántica no se dejaba rechazar tan fácilmente. Pero a pesar de todo perseveraba en su artículo de fe, expresado del siguiente modo: ‘El buen Dios no juega a los dados.’ A lo cual Bohre replicaba: ‘Pero es que no es asunto nuestro prescribir a Dios cómo tiene que regir el mundo’”.

³ La *longitud de onda* (λ) es la distancia entre un punto en una onda y el mismo punto en la onda siguiente. Su unidad de medida es el *ångström* (Å), que equivale a 10^{-10} metros (0,0000000001 m).

⁴ La *frecuencia* (f) es el número de ondas que pasa por un punto en cada segundo. Su unidad de medida es el *hertzio* o *hertz* (Hz), que equivale a una onda por segundo.

⁵ Si nos llegan 400 billones de ondas por segundo a nuestro ojo, vemos luz roja. Si las ondas están más apretadas y nos llegan 800 billones por segundo, vemos luz violeta, etc.

⁶ En cambio, en la naturaleza se dan casos de agudeza visual en ciertos animales: así los abejorros son capaces de detectar la radiación ultravioleta y las serpientes de cascabel el infrarrojo.

⁷ Estas líneas oscuras se llaman *líneas de Fraunhofer* en honor de su descubridor y son debidas a que ciertas longitudes de onda son debilitadas al atravesar los gases y vapores de la atmósfera solar.

⁸ El término *fuentes* es un ejemplo de polisemia en el lenguaje científico. En astronomía significa todo aquello que emite energía en forma de radiación electromagnética y puede considerarse sinónimo de *objeto* o *cuerpo* del Universo.

⁹ **The Oxford English Dictionary**. Oxford Carendon Press. Oxford, 1989, 2ª edición. “1948. Sci News Let. I May 279/I. *Radioastronomy is a new branch of astronomy only recently announced, Dr. Shapley stated. By use of high frequency radio waves meteors are tracked in their flight*”.

¹⁰ Hoy, en honor de este ingeniero, la unidad de potencia de emisión en ondas de radio se llama *jansky* (Jy).

¹¹ **GRIBBIN, John**. *En busca del Big Bang* (In search of the Big Bang). Trad. por Manuel Martínez Luque-Romero. Ediciones Pirámide. Madrid, 1989, 2ª edición (e.o.1986). Pág. 182.

¹² La antena de Reber, de 31 pies (unos 9,4 metros), construida en 1937, fue de hecho el primer radiotelescopio del mundo.

¹³ **ANDERNACH, Heinz**. “Las radiofuentes y su incesante búsqueda en catálogos. Hitos de la Radioastronomía”, en *IAC Noticias*, N. 1-1992. Págs. 10-12.

¹⁴ En la novela *Contacto*, Carl Sagan cuenta que un vecino de Reber tenía una máquina de diatermia en su casa y que, a causa de las enormes interferencias que causaba, Reber sólo pudo observar cuando la máquina estaba apagada. Aunque la Vía Láctea emitía billones de veces más señal, era también billones de veces más lejana que su molesto vecino. **SAGAN, Carl**. *Contacto*. (Contact). Trad. por Raquel Albornoz. Plaza y Janés. Barcelona, 1997, 3ª edición.

¹⁵ El primer uso de este término fue en 1929, en *Amazing Stories*, en 1929. **The Oxford English Dictionary**. *op. cit.*

¹⁶ Recientemente, el Telescopio Espacial *Hubble* ha permitido identificar a *Cygnus A* como un *cuásar*.

¹⁷ En 1955 solo se habían identificado ocho radiofuentes con objetos celestes debido a que las posiciones en radio eran tan imprecisas que sólo en casos como la galaxia de Andrómeda, Júpiter o el Centro Galáctico se pudo identificar una fuente a ciencia cierta.

¹⁸ **ANDERNACH**, *art. cit.*

¹⁹ El astrofísico del IAC Mark Kidger no comparte esta opinión señalando que el desinterés no debe confundirse con la impotencia, dado que los astrónomos ópticos no podían hacer nada sin disponer de mayor información.

²⁰ **THORNE, Kip S.** *Agujeros negros y tiempo curvo. El escandaloso legado de Einstein*. (Black Holes and Time Warps. Einstein’s Outrageous Legacy). Trad. de Javier García Sanz. Presentación por Stephen Hawking. Crítica (Drakontos). Barcelona, 1995 (e.o. 1994). Pág. 302.

²¹ Sus dos primeros catálogos (el 1C y el 2C) tenían tantos errores y detecciones falsas que se olvidaron rápidamente. El primer catálogo fiable fue el 3C (tercer catálogo de Cambridge de mediados de los años sesenta). Este catálogo sólo incluye las fuentes más brillantes de todo el cielo (menos de 500 en total).

²² Cuenta Mark Kidger que en el Reino Unido -antes de la guerra-, el gobierno desarrolló un archivo sobre todos los científicos que podrían tener utilidad en caso de que estallase la guerra. “Al comenzar el conflicto bélico, los científicos pasaron a trabajar en las tareas más aptas para sus talentos. Científicos como Bernard Lovell entraron a formar parte del equipo de radar. Su formación con los equipos de radar y el trabajo de investigación (aunque secreta) que pudieron realizar durante la guerra hizo inevitable que las técnicas se aplicaran en la posguerra. Lovell, por ejemplo, compró un lote de equipos de radar que el Ejército estaba vendiendo como sobrante, al precio de 5 libras (1.200 pts, al cambio de hoy) y este equipo formó la base de lo actualmente es el Radio Observatorio de Jodrell Bank. Resulta que mientras llevaba su equipo, recién adquirido, campo a través por unas terrenos pertenecientes a la Universidad de Manchester, el furgón se quedó atascado en el barro. Lovell decidió montar su observatorio allí mismo y no en el punto dónde pretendía montarlo”. Más información en la autobiografía de este astrónomo: **LOVELL, Bernard**. *Astronomer by chance*. Oxford University Press. Oxford, 1992.

²³ Este telescopio lleva hoy el nombre de *Hale*, en honor del astrónomo estadounidense George Ellery Hale (1868-1938), quien puso en marcha tres importantes observatorios: Yerkes, Monte Wilson y Monte Palomar (el primero en Chicago y los otros dos en California).

²⁴ **THORNE**, *op. cit.* Pág. 305.

- ²⁵ Todas las citas textuales de Mark Kidger en este capítulo corresponden a entrevistas personales con este astrofísico.
- ²⁶ *Ibidem*, Pág. 309.
- ²⁷ **OVERBYE, Dennys**. *Corazones solitarios en el Cosmos*. (Lonely Hearts of the Cosmos). Trad. por María del Mar Moya y Miquel Muntaner. Editorial Planeta (Documentos). Barcelona, 1992 (e.o. 1991). Pág. 84.
- ²⁸ *Ibidem*. Pág. 85.
- ²⁹ **THORNE**, *op. cit.* Pág. 309.
- ³⁰ Este objeto ya había sido observado el 17 de abril de 1887, sin saber entonces que se trataba de un *cuásar*.
- ³¹ **THORNE**, *op. cit.* Pág. 309.
- ³² La idea había sido sugerida previamente por Edwin Salpeter y Yakov Borisovich Zel'dovich en 1964, aunque no descrita de forma tan completa como Lynden-Bell, según **THORNE**, *op. cit.* Pág. 319.
- ³³ Entrevista personal con José Franco, publicada en el especial de *IAC Noticias* dedicada a Reuniones Científicas 1993 (Congreso Internacional sobre "Formación estelar violenta (desde 30 Doradus hasta QSOs)"). Págs. 12-13.
- ³⁴ **MAZA, José S.** "Los cuasares: los dinosaurios cósmicos", en *Talón de Aquiles*, Año 1. N. 2. Invierno de 1995. Dirección en Internet: http://mordor.seci.uchile.cl/facultades/csociales/talon/talon_2/cuasar1.htm
- ³⁵ *Ibidem*. Este astrónomo supone una edad del Universo de 13.000 millones de años.
- ³⁶ El astrónomo Geoffrey Burbidge defiende otra variante al sugerir que hay dos componentes en el corrimiento al rojo, uno cosmológico y otro no-cosmológico, y que los dos componentes pueden llegar a ser comparables.
- ³⁷ **DEL PUERTO, Carmen, y LÓPEZ BETANCOR, Begoña.** "Halton Arp: 'Las observaciones me obligaron a disentir'", en *IAC Noticias*, N. 1-1996. Sección "A través del prisma": "El secreto de los cuásares y sus posiciones astronómicas". Págs. 38-41.
- ³⁸ Entrevista con John Bahcall con motivo de su participación en el ESO/IAC Workshop on "Quasar Hosts" (Galaxias que albergan cuásares), del 24 al 27 de septiembre de 1996, en el Puerto de la Cruz (Tenerife), e integrada en un reportaje publicado en *IAC Noticias*, N. 3 y 4 - 1996. Págs. 22-27.
- ³⁹ Entrevista personal con Ismael Pérez Fournon.
- ⁴⁰ Entrevista personal con David Koo con motivo de la III Reunión Científica de la SEA organizada con la colaboración del IAC y celebrada en el Museo de la Ciencia y el Cosmos del Cabildo de Tenerife del 21 al 24 de septiembre de 1996.
- ⁴¹ **OVERBYE**, *op. cit.* Pág. 85.
- ⁴² *The Oxford English Dictionary*. *op. cit.*
- ⁴³ *Ibidem*. Texto en inglés: "In recognition of their small size, and for lack of a better name, they are called quasi-stellar radio sources".
- ⁴⁴ *Ibidem*. Texto en inglés: "So far, the clumsily long name 'quasi-stellar radio sources' is used to describe these objects. Because the nature of these objects is entirely unknown, it is hard to prepare a short, appropriate nomenclature for them so that their essential properties are obvious from their name. For convenience, the abbreviated form 'quasar' will be used throughout this paper".
- ⁴⁵ **OVERBYE**, *op. cit.* Pág. 85.
- ⁴⁶ *The Oxford English Dictionary*, *op. cit.* Texto en inglés: "The highly enigmatic 'quasi-stellar objects' whose discovery over the past year or so has been of considerable excitement to astronomers".
- ⁴⁷ Reportaje publicado en *IAC Noticias* (N. 3 y 4 -1996) con motivo del ESO/IAC Workshop sobre "Quasar Hosts" ya citado. Págs. 22-27.
- ⁴⁸ Entrevista con John Bahcall ya citada.
- ⁴⁹ Entrevista personal con Richard McMahon con motivo del Congreso "Observational Cosmology with the New Radio Surveys" (Cosmología observacional a partir de los nuevos mapas en radio), organizado en el Puerto de la Cruz (Tenerife), del 13 al 15 de enero de 1997, por el IAC y el Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna.
- ⁵⁰ **ARMENTIA, Javier.** "Los objetos más distantes del Universo", en *Universo*. N. 4, agosto de 1995. Pág. 44. Obsérvese que este autor escribe *cuasares*, sin tilde, aunque al comienzo del apartado "Una breve disquisición sobre el nombre de cuasar", él mismo señala que "incluso algunas veces se acentúa".
- ⁵¹ **DE VEGA.** "Factores extralingüísticos en la selección terminológica del Vocabulario científico y técnico de la Real Academia de Ciencias de España", en el Seminario "Semana Hispánica" organizado por la Universidad de Augsburgo (Alemania), en diciembre de 1997. (Pendiente de publicación).

3. AGUJEROS NEGROS, magia en el Universo

"Fue una idea sugerida por Laplace, una predicción formulada por Einstein, un término acuñado por Wheeler y una audaz teoría de Hawking. Hoy, los agujeros negros siguen siendo la explicación última a ciertos misterios del Universo, una alternativa a la que los astrónomos llegan por eliminación."¹

Así comenzaba el reportaje que sobre el mejor candidato a *agujero negro* se publicó en la revista *IAC Noticias*, en 1992, abriendo una nueva etapa de esta publicación e inaugurando la sección de divulgación "A través del prisma". Se trataba del *agujero negro* en el sistema V404 de la constelación del Cisne (V404 Cyg), descubierto por un joven investigador del IAC, Jorge Casares, y sus colaboradores, con ayuda del telescopio anglo-holandés "William Herschel", del Observatorio del Roque de los Muchachos.

A raíz de esta publicación, una productora española de vídeos de divulgación científica nos encargó un guión sobre *agujeros negros*, que titulamos "Agujeros negros: magia en el Universo"² y cuyo texto utilizamos aquí en parte para una mayor comprensión del concepto científico que encierran estos objetos astronómicos.

3.1. Divulgación científica

Los *agujeros negros* forman parte de un reino abisal, oscuro y sin fondo. Habitan en las profundidades del conocimiento, en el límite de la comprensión. En un mundo aparte, donde el color desaparece, las luces se apagan y el tiempo se detiene. Han sido objeto de continuas especulaciones, casi siempre entre la realidad y la ficción. Pero ya no son meras fantasías. Ahora sabemos de su existencia, dónde pueden estar y hasta cómo podemos "verlos". (Algunos científicos, sin embargo, insisten en que su existencia se "sospecha", pero que de ningún modo está comprobada al no haberse conseguido la prueba "visual").

Si concentramos una masa muy grande en un espacio muy pequeño tenemos como resultado un *agujero negro*. "Negro", porque no deja escapar la luz de su interior, y "agujero", porque todo a su alrededor puede caer dentro de él. Un *agujero negro* no se ve porque su fuerza de atracción es tan intensa que no deja que la luz salga de sus dominios y todo lo que podría emitirse hacia el exterior vuelve a caer sobre él. Es un juego de magia en el Cosmos.

3.1.1. La evolución estelar³

A pesar del escepticismo de algunos astrónomos en torno a la existencia de los *agujeros negros* (hasta Einstein los consideraba imposibles), la mayoría cree que su formación es una consecuencia natural e inevitable de la evolución de las estrellas (y también de las galaxias, como hemos visto en el capítulo de los *cuásares*). A continuación explicamos básicamente el esquema de esta evolución.

El tamaño de una estrella depende del equilibrio entre la tendencia a la expansión, debida a las elevadas temperaturas que se alcanzan en su interior, y la tendencia al colapso, por la fuerte atracción de la gravedad que comprime toda la materia de la estrella en un espacio reducido.

Secuencia Principal

Cuando la presión en el núcleo de una densa nube de gas es lo suficientemente elevada para que se produzcan reacciones termonucleares, la estrella entra en una etapa muy estable de su vida que se denomina *Secuencia Principal* (una banda en el llamado *diagrama de Hertzsprung-Russell*, que explicaremos en otro capítulo). En esta etapa se encuentra el 90% de todas las estrellas, incluido nuestro Sol, brillando como resultado de la transformación de hidrógeno en helio en su interior. La evolución posterior de una estrella estará determinada únicamente por su masa: si es superior a 1,4 veces la masa del Sol (el llamado *límite de Chandrasekhar⁴*), la estrella colapsará indefinidamente.

Gigante roja

Con el tiempo, la estrella pierde energía y se va enfriando. Su núcleo se contrae debido a la fuerza gravitatoria y se calienta. La envoltura gaseosa de la estrella se expande hasta alcanzar un tamaño cien veces mayor. La estrella se ha convertido en una *gigante roja*, fase por la que pasan antes de morir todas las estrellas con una masa igual o superior a la del Sol.

Enana blanca

Según la masa que pierda con el tiempo, la estrella puede convertirse en una *enana blanca*⁵, objeto del tamaño de la Tierra, aproximadamente, pero muy denso. Su capa gaseosa se dispersará formando a su alrededor una *nebulosa planetaria*. La estrella mantendrá ese tamaño y se irá enfriando lentamente.

Supernova

Cuando los posibles combustibles de una estrella mucho más grande que el Sol se agotan totalmente, la estrella puede morir produciéndose una violenta explosión, silenciosa en el vacío cósmico y con una luminosidad que casi llega a igualar el brillo de una galaxia entera. Es un impresionante espectáculo pirotécnico en el cielo que se conoce como *supernova* (a menor escala se producen las *novas*, ya mencionadas, y a mayor, las *hipernovas*, fenómenos observados por primera vez muy recientemente). El material procedente de esta explosión se expande por el medio interestelar a gran velocidad. Es un material que, además, como hemos visto, suministra al espacio todos los elementos químicos que conocemos en la Tierra.

Estrella de neutrones

Como resto del estallido de una *supernova*, y según la masa de su núcleo (si es superior a 1,4 masas solares), podríamos encontrar una *estrella de neutrones*. Esta estrella es muy pequeña y mucho más densa aún que una *enana blanca*. Gira violentamente y emite pulsos de luz, como un faro de mar lanzando destellos. Las

estrellas de neutrones son un caso de densidad extrema que se da en el Universo (cien mil billones de kg por cm³), impensable en la Tierra.

Agujero negro

Pero si la masa del núcleo de la supernova triplica la masa del Sol, la estrella resultante de la explosión pesa tanto que no puede evitar el colapso. Su volumen se ha reducido considerablemente y, sin embargo, mantiene una inmensa fuerza de atracción, una gravedad inimaginable. Es el fin último de una estrella que colapsa sin remedio, un cuerpo con suficiente densidad para cerrar el espacio alrededor de sí mismo, sin que los fotones puedan escapar. Es en cierto sentido, una estrella muerta, un *agujero negro*.

3.1.2. El destino del Sol

Nuestra galaxia, la *Vía Láctea*, es un gran *baile* de estrellas, polvo y gas girando en el espacio. Su longitud equivale a 100 millones de veces el tamaño del Sistema Solar y tiene 100.000 millones de estrellas. Dado que la proporción posible de *agujeros negros* es de 1 cada 10 millones de estrellas, podría ser que en nuestra galaxia hubiera 10.000 *agujeros negros* o más.

El Sol y sus planetas, la Tierra entre ellos, se halla inmerso en este gran *baile* situado discretamente en un extremo de la galaxia. Nuestra estrella se encuentra todavía en esa fase de equilibrio entre las dos tendencias de expansión y colapso. Dispone de combustible para unos 5.000 millones de años, justo la edad que tiene ahora. Por su masa, pasará primero por la fase de *gigante roja* y, posteriormente, por la de *enana blanca*; se descarta que pueda acabar convertido en un *agujero negro*.

Los *agujeros negros* podrían ser el destino último de muchas estrellas. Han resultado de la maduración y envejecimiento de estos astros, que nacen, viven y mueren igual que lo hace un ser vivo. Este tipo de *agujeros negros* estelares son relativamente pequeños y relacionados con los procesos de evolución estelar. Pero existen *agujeros negros* mucho más grandes, de masas de millones de soles, que podrían encontrarse en el centro de un gran número de galaxias, la nuestra entre ellas. Incluso pudieron

formarse agujeros negros en la *Gran Explosión* que dio origen al Universo, pero demostrar su existencia es de momento imposible.

3.1.3. Un viaje fantástico

Un *agujero negro*, aunque invisible, altera de tal forma sus alrededores que alguien que se acercara notaría inevitablemente su presencia.

Supongamos que emprendemos un viaje fantástico hacia la constelación del *Cisne*, hasta llegar a la estrella doble V404. Por la distancia a la que se encuentra y si viajáramos con el *Voyager*, la nave espacial más veloz que ha creado el hombre, tardaríamos miles de millones de años en llegar. Supongamos, sin embargo, que fuésemos capaces de acelerar una nave espacial hasta alcanzar una velocidad próxima a la de la luz. Con relación a la medida del tiempo en la Tierra, tardaríamos miles de años en hacer el viaje. Pero lo sorprendente es que con respecto al tiempo medido por nuestros relojes dentro de la nave, el tiempo transcurrido sería solamente del orden de unos pocos años. ¿Cuál sería el aspecto del *agujero negro* y cómo cambiaría a medida que nos fuésemos acercando?

La frontera que observamos es una zona de la que no se puede retornar. Todo lo que se acerca desaparece de nuestra vista. Pero imaginemos que nos acercamos y que llegamos al borde que teníamos prohibido (el llamado *horizonte*⁶). De repente empezamos a notar que nos tiran fuertemente de los pies, sentimos que crecemos y la nave comienza a alargarse (*efecto spaguetti*).

Otra nave que viniera detrás de la nuestra, pero que hubiera tenido la precaución de no acercarse demasiado, nos vería como un punto de luz cada vez más pequeño y cada vez más rojo; la comunicación se iría retardando y distorsionando, hasta que llegáramos al borde. Desde ese momento ya no habría contacto posible y nadie volvería a saber de nosotros. A todos los efectos prácticos, habríamos desaparecido del Universo (aunque realmente estaríamos "congelados" en el *espacio-tiempo*).

Los agujeros de gusano y la máquina del tiempo

Imaginemos también, aunque nadie pueda experimentarlo (excepto los personajes de algunas novelas de ciencia ficción), lo que pasaría una vez devorados por este *agujero negro*. Nuestro universo podría estar conectado entre sí y con otros posibles

universos por los hipotéticos *agujeros de gusano*⁷. Alguien que cayera y sobreviviese en un *agujero negro* quizá podría emerger en otro lugar del espacio y en otro momento del tiempo.

No sabemos todavía si esta *máquina del tiempo*, que nos transportaría tanto al pasado como al futuro⁸ y que nos conduciría a un lugar del Universo sin cubrir la distancia intermedia, es o no mera ciencia ficción. Sobre esta controvertida posibilidad teórica, en 1988, Mike Morris, Kip Thorne y Ulvi Yurtsever publicaron en la revista *Physical Review Letters* un artículo titulado "Agujeros de gusano, máquinas del tiempo y la condición de energía débil"⁹. Como consecuencia de este artículo, se prodigaron titulares de prensa sensacionalistas como "Los físicos inventan máquinas del tiempo", lo que enojó a los autores¹⁰. Kip Thorne deja clara en su libro su postura:

Si las máquinas del tiempo están permitidas por las leyes de la física (y, como se hará claro al final del capítulo, yo dudo que lo estén), entonces están probablemente mucho más allá de las capacidades tecnológicas actuales de la raza humana que lo que el viaje en el espacio estaba de las capacidades de los hombres de las cavernas.¹¹

Sin embargo, algunos teóricos formulan hipótesis más atrevidas. Uno de ellos, el astrofísico ruso Igor Novikov (n. 1935), actualmente director del Instituto NORDITA de Copenhague (Dinamarca), cree que, aunque no está al alcance de nuestra tecnología, las máquinas del tiempo que permiten el viaje al pasado son viables teóricamente y que quizá dentro de cien años esta idea pueda ser llevada a la práctica¹².

Las paradojas relativistas¹³

El diseño más famoso de *máquina del tiempo* asociada a los *agujeros de gusano* se apoya en un resultado de la teoría de la *relatividad especial* conocido como la *paradoja de los gemelos*¹⁴: si uno de ellos abandona la Tierra en un viaje interestelar a velocidades próximas a la de la luz encontrará a su regreso que su hermano ha envejecido sustancialmente respecto de él debido a la aceleración. Para construir una máquina del tiempo bastaría con que una de las entradas de un agujero de gusano viajara con el hermano que se desplazase en la nave espacial, mientras que la otra entrada permanecería en la Tierra. Cuando las dos entradas del agujero de

gusano volvieran a reunirse en nuestro planeta (después del viaje interestelar a velocidades próximas a la de la luz) se habría construido una *máquina del tiempo*.

Como todos los artefactos que permiten enviar viajeros al pasado, esta *máquina del tiempo* lleva asociada otra famosa paradoja: *la paradoja del matricida*. Si es posible viajar al pasado, el viajero podría matar a su madre antes de su nacimiento, en cuyo caso él no habría existido y no habría podido viajar al pasado ni matar a su madre,... planteándose así la cuestión de si puede el ser humano determinar o no su propio destino. Esta paradoja podría obviarse limitándose el tipo de viajes al pasado a aquéllos que sean autoconsistentes o no lleven a contradicciones, admitiendo que el libre albedrío (que permitiría al viajero matar a su madre) está limitado por las leyes físicas, de igual manera que lo estaría nuestra decisión de caminar por el techo de una habitación, por mucho que nuestro libre albedrío nos lo permitiese o aconsejase¹⁵.

3.1.4. La velocidad de escape

Si lanzamos una pelota al aire, al cabo de unos segundos, veremos cómo la pelota cae atraída por la fuerza de la gravedad. Si repetimos el experimento, pero esta vez lanzamos la pelota con un cañón, veremos que se alejará más de nosotros y que tardará lógicamente más tiempo en caer. Pero si la velocidad inicial que alcanza la pelota supera el valor de 40.000 km/h en su lanzamiento, la pelota no volverá a caer, habrá conseguido escapar de la atracción de la Tierra.

Esta velocidad de escape depende de la masa y del radio que tenga un planeta. Escapar de Júpiter, por ejemplo, sería posible si la pelota pudiera alcanzar más de 200.000 km/h.

Pero esta velocidad tiene un límite en el Universo, la velocidad de la luz: 300.000 km/s¹⁶ (más de 3 millones de veces la velocidad de un *Fórmula 1*). Si la Tierra tuviera una masa tan grande o un tamaño tan pequeño que se necesitara una velocidad superior a la de la luz para que la pelota escapara de la influencia de la gravedad terrestre, el experimento fracasaría. La pelota caería siempre sobre la Tierra ya que la teoría de la *relatividad* nos dice que nada puede viajar a mayor velocidad que la de

la luz. Nuestro planeta sería un hermético *agujero negro* que no dejaría escapar absolutamente nada, ni la pelota, ni siquiera la luz, puesto que el espacio alrededor de un *agujero negro* se habría cerrado.

3.1.5. Investigaciones teóricas

Los *agujeros negros* fueron intuitos por primera vez a finales del siglo XVIII. El astrónomo inglés John Michell (1724-1793) y el físico francés Pierre-Simon Marqués de Laplace (1749-1827) sugirieron casi simultáneamente la idea de que si se combinara una gran masa y un radio pequeño sería posible obtener un cuerpo del cual la luz no podría escapar. En estas condiciones, la velocidad de escape sería mayor que la velocidad de la luz.

La concentración de masa en un *agujero negro* es tan extraordinaria, que el espacio queda considerablemente deformado. Algunas de las propiedades supuestas en la región ocupada por un *agujero negro* son tan contrarias a nuestra experiencia cotidiana que difícilmente llegamos a entenderlas. Las leyes de la física ya no son aplicables.

Albert Einstein (1879-1955) fue el primero en sugerir la curvatura del espacio y que una gravedad muy grande, como la del Sol, desviaría la luz de las estrellas. Según esta hipótesis, la posición aparente de las estrellas cambiaría cuando la luz emitida por ellas pasara al lado del Sol.

Durante el eclipse de Sol de 1919, Sir Arthur Eddington (1882-1944), que encabezaba una expedición para observar el fenómeno desde Isla Príncipe, midió la posición de las estrellas visualmente cercanas al Sol y luego la comparó con la posición que ocupaban cuando el Sol no se hallaba cerca. Así se demostró que Einstein tenía razón¹⁷.

Una bola de billar sobre una tela formaría un hoyo en la superficie. Cuanto más pesada fuera la bola, más deformaría la tela y el hoyo sería más hondo. En el caso de la tela, seguramente no soportaría un gran peso sin romperse. A escala cósmica, la presencia de una estrella muy densa (en nuestro ejemplo, la bola) genera una deformación en el espacio (el roto en la tela), provocando los efectos de una especie de sumidero, como el agua al caer por el desagüe de un baño.

Karl Schwarzschild (1873-1916) estaba sirviendo en 1916, en el frente alemán, cuando contrajo una enfermedad de la piel, de la que murió poco después. Fue durante este período de enfermedad cuando escribió sus dos artículos sobre *relatividad*. El radio que ahora lleva su nombre¹⁸ delimita una esfera imaginaria que encierra una parte del Universo absolutamente inaccesible y desconocida. Esta distancia depende de la masa que circunda y es el límite más allá del cual nada ni nadie puede regresar.

Pero las investigaciones teóricas más importantes sobre las propiedades de los *agujeros negros* fueron llevadas a cabo a finales de los sesenta por Stephen Hawking (n. 1931) y Roger Penrose (n. 1942). Ellos demostraron que en el centro de un *agujero negro*, toda la materia se colapsaba hasta un volumen prácticamente cero, dando como resultado un punto singular o *singularidad*. Hoy nadie duda de que los *agujeros negros* destruyen la identidad de todo lo que cae en ellos.

La radiación de Hawking

Un *agujero negro* no sería tan negro de existir la llamada *radiación de Hawking*, en la que los aspectos cuánticos juegan un papel esencial. "Hawking describe un proceso por el que debido a fluctuaciones cuánticas del vacío se crean pares partícula/antipartícula en las inmediaciones de la superficie de un agujero negro. La antipartícula caería dentro del mismo, pudiendo la partícula escapar hacia un observador lejano que detectaría radiación asociada al agujero negro", explican los investigadores del IAC Evencio Mediavilla y Jesús Buitrago en un artículo sobre Hawking publicado en *Abc*.¹⁹

Las singularidades desnudas

Una *singularidad* es un punto del espacio en el que la curvatura se hace infinita. Se trata de una región extremadamente pequeña del espacio en la que varias magnitudes físicas (como podrían ser la densidad o la temperatura) se hacen arbitrariamente grandes²⁰. La existencia de una *singularidad desnuda* podría permitir, al menos teóricamente, viajar en el tiempo al pasado, con los consabidos problemas de lógica y causalidad que esta posibilidad trae implícitos.²¹ Las

singularidades desnudas están protegidas de nuestra percepción por agujeros negros.

3.1.6. La detección de lo invisible

El ojo humano es, sin duda, una herramienta muy útil, pero tiene sus limitaciones: no puede ver la mayor parte de la radiación que procede del cosmos. Y aunque tuviera la posibilidad de visión múltiple, no podría “ver” un *agujero negro*, que es invisible por definición. Igor Novikov nos explicó en una entrevista las posibilidades de detección de los diferentes tipos de *agujeros negros*: los que forman parte de un sistema binario (sobre los que hay mayores indicaciones de su existencia), los galácticos supermasivos y los primordiales o cosmológicos²².

Agujeros negros en sistemas binarios

Novikov, junto con su maestro y colega ruso Yakov Borisovich Zel'dovich (1914-1987), propuso en 1964 que un *agujero negro*, al absorber gran cantidad de la materia a su alrededor, podría detectarse si formara parte de un sistema doble con sus dos componentes muy próximas entre sí.

Desde entonces, los astrónomos buscan estrellas oscuras, con una masa al final de su vida al menos tres veces mayor que la masa del Sol. La influencia gravitatoria sobre su entorno debe permitir encontrar estos *agujeros negros* y certificar así su existencia.

Por efecto de la intensa gravedad, los *agujeros negros* ejercen una influencia sobre la materia circundante. De ahí la búsqueda de sistemas dobles donde se pueda observar el comportamiento anómalo de la estrella normal, sobre todo si se producen alteraciones en la luz que llega al telescopio. Si se observa que una estrella es acelerada y pierde materia a gran velocidad, cabe la sospecha de que no anda lejos un *agujero negro* devorador de estrellas.

Además, cuando el gas de una estrella cae hacia un *agujero negro* y, antes de ser absorbido por él, emite una enorme cantidad de energía en forma de rayos X. Podemos observar esta radiación, aunque sólo es detectable con satélites artificiales, fuera de la atmósfera.

También podrán medirse, con detectores terrestres especiales, las ondas gravitatorias que se producen por efecto de la deformación del espacio causada por el *agujero negro* en esa peculiar región del Universo.

V404 Cyg

El supuesto *agujero negro* de la constelación del Cisne, V404 Cyg, pertenece a este primer tipo de agujeros negros en sistemas binarios. Fue descubierto por el investigador del IAC Jorge Casares, en colaboración con científicos británicos. Las observaciones se realizaron con el telescopio "William Herschel" (WHT), que debe su nombre al astrónomo que descubrió Urano. Con un espejo de más de 4 metros de diámetro, el WHT es uno de los mayores telescopios ópticos del mundo y se encuentra instalado en uno de los mejores observatorios terrestres. Jorge Casares explica cómo descubrieron este objeto misterioso:

Un satélite japonés de rayos X descubrió en el cielo un objeto, una nueva fuente de rayos X, que por unos días llegó a convertirse en el objeto más brillante del firmamento. Inmediatamente después, todos los telescopios de la Tierra se pusieron a inspeccionar en la zona del cielo a la que había apuntado el satélite para intentar identificar la estrella responsable de esa emisión espectacular. Esto, por sí mismo, es un signo de la presencia de un objeto compacto, es decir, con gran densidad, y, por tanto, presumiblemente un *agujero negro*. Sin embargo, fue dos años después del máximo de la erupción cuando utilizando, por un lado, la potencia del telescopio "William Herschel", de 4,2 metros, que está emplazado en el Observatorio del Roque de los Muchachos, y beneficiándonos, por otro, de las inmejorables condiciones del cielo de Canarias, nos fue posible aislar y estudiar las propiedades dinámicas de la estrella que gira alrededor de este supuesto *agujero negro*. A partir de estas propiedades, es decir, del período orbital y de la velocidad a la que se está moviendo esa estrella, pudimos establecer un límite inferior riguroso para la masa del objeto compacto de seis veces la masa del Sol, lo cual lo confirmaba como el mejor candidato a *agujero negro* hasta la fecha.²³

Agujeros negros en centros galácticos

Los *agujeros negros* estelares son relativamente pequeños (unas 10 veces la masa del Sol). Pero existen *agujeros negros* mucho más grandes, supermasivos, de masas de millones de soles, que podrían encontrarse, como hemos visto, en el centro de un gran número de galaxias, la nuestra entre ellas.

Con frecuencia, encontramos grandes cantidades de gas en las cercanías del centro de las galaxias. Este gas es atraído hacia el interior del agujero negro y, antes de caer en él, la temperatura del gas aumenta extremadamente. Podemos observarlos mediante la

astronomía de rayos X porque es fundamentalmente este tipo de rayos los que emiten. Durante el movimiento de este gas, podemos también observar explosiones. A veces observamos lo que puede ser la destrucción de las estrellas cuando se acercan lo suficiente a estos inmensos agujeros negros.²⁴

Un caso especial son los ya mencionados *cuásares*, cuya enorme luminosidad, equivalente a encender diez mil millones de estrellas a la vez, es todavía un misterio. La fuente podría ser un gigantesco *agujero negro* en su centro, que tendría una masa entre un millón y mil millones de veces la masa del Sol, probablemente debido a una dieta a base de estrellas que al caer en él emitirían tal cantidad de energía.

Agujeros negros primordiales

Existe un modelo de un tercer tipo de *agujeros negros*, más hipotéticos que los anteriores y que, según Novikov, quizá existan desde el principio del Universo, habiéndose formado en el momento de iniciarse la expansión. Su tamaño podría ser extremadamente pequeño, incluso despreciable, pero su masa sería bastante grande, equivalente por ejemplo a la de algunos asteroides o planetas pequeños.

Es imposible detectar directamente estos agujeros negros, a los que denominamos *agujeros negros primordiales*; su número podría ser muy elevado y sólo podemos detectar la suma de sus campos gravitatorios. Probablemente, la masa total de estos objetos es mayor que la masa total de la materia conocida de todos los planetas, estrellas y galaxias. La denominamos *masa oculta* y podemos observar parte de los resultados de los efectos de su campo gravitatorio.²⁵

El futuro es en gran parte un desafío tecnológico. Las pruebas que los *agujeros negros* necesitan, ya sean de un tipo o de otro, resultarán de combinar adecuadamente todos los medios al alcance del astrónomo. Encontrar la prueba definitiva de su existencia supondrá uno de los mayores logros astrofísicos de comienzos del próximo siglo. Será el mejor homenaje a la intuición de aquellos hombres que fueron capaces de imaginarlos y la mejor recompensa al esfuerzo realizado en su difícil búsqueda.

3.1.5. Los agujeros blancos

Anteriormente expusimos que la fuente de energía en el interior de los núcleos de las llamadas *galaxias activas* y, por tanto, de los *cuásares* es, según la hipótesis más aceptada, un *agujero negro* supermasivo. Opuesto a esta idea, Halton Arp considera que, dada la curvatura del espacio tiempo en un campo gravitatorio tan intenso

como el que rodea a un *agujero negro*, “no podemos extrapolar la física de nuestros laboratorios al interior de una región tan singular: simplemente no sabemos lo que ocurre en el interior de un agujero negro”²⁶. Este astrofísico sugiere, en cambio, que la energía de los *cuásares* puede proceder directamente de la creación de nuevo material en el núcleo de las galaxias activas a partir de un *agujero blanco*.²⁷

Definido como lo contrario a un *agujero negro*, un *agujero blanco* es una región donde materia y energía emergen a partir de una singularidad (podría ser uno de los extremos de una *agujero de gusano*). Fue un término acuñado por Fred Hoyle para sostener la teoría *del Estado Cuasi-Estacionario*, la cual presupone la creación de materia de forma continua.

3.2. Historia del término

Con el fin de conocer las circunstancias que rodearon la creación del término *agujero negro*, escribimos a su autor, el físico norteamericano John Archibald Wheeler (n. 1911), de la Universidad de Princeton; pero al término de este trabajo no hemos recibido respuesta. En su defecto, consultamos, entre otras fuentes, dos obras suyas, *Gravitation* (escrito en colaboración con otros dos autores)²⁸ y *Un viaje por la gravedad y el espacio-tiempo*²⁹, así como los libros de divulgación *Agujeros negros y pequeños universos y otros ensayos*, de Stephen Hawking³⁰, *Relatividad, agujeros negros y el destino del Universo*, de Eric Chaisson³¹, y *Agujeros negros y tiempo curvo*, del físico teórico Kip Thorne³², quien como experto igualmente en estos misteriosos objetos dedica varias páginas a la cuestión terminológica.

3.2.1. Las estrellas oscuras de Michell

La velocidad de escape es proporcional a la raíz cuadrada de la masa de la estrella dividida por su circunferencia. Por esta razón, John Michell argumentó que cuanto más pequeña fuera la circunferencia de una estrella mayor sería la velocidad de escape. Según él, existiría una *circunferencia crítica* para la que la velocidad de escape igualaría a la velocidad de la luz. Por debajo de este valor, la estrella sería tan compacta, que la luz, afectada por la gravedad, no podría escapar.

Michell informó de su predicción acerca de la posible existencia de las estrellas oscuras a la *Royal Society* de Londres el 27 de noviembre de 1783. “Nada en las leyes de la física del siglo XVIII -explica Kip Thorne- impedía que existiera una estrella tan compacta. Por consiguiente, Michell fue llevado a especular que el Universo podría contener un número enorme de tales estrellas oscuras, cada una de ellas habitando felizmente en el interior de su propia circunferencia crítica e invisible desde la Tierra debido a que los corpúsculos de luz emitidos desde su superficie quedaban inexorablemente atrapados. Tales *estrellas oscuras* eran las versiones del siglo XVIII de los agujeros negros”.³³

3.2.2. Las singularidades esféricas de Schwarzschild

Albert Einstein escribió en un artículo de 1939: “El resultado esencial de esta investigación es una comprensión clara de por qué las ‘singularidades de Schwarzschild’ [denominación de entonces para los *agujeros negros*, término que aún no se había inventado] no existen en la realidad física”.³⁴

“Con estas palabras -señala Thorne- Einstein hacía claro e inequívoco su rechazo de su propio legado intelectual: los agujeros negros que sus leyes gravitatorias de la relatividad general parecían estar prediciendo”.³⁵

3.2.3. Las estrellas congeladas³⁶ de la Unión Soviética

El término *agujero negro* vino a sustituir otras expresiones que los astrónomos utilizaron antes de 1968 para referirse al objeto creado del colapso o implosión estelar. De nuevo Thorne nos ilustra la cuestión de la diferente terminología que por entonces circulaba:

Entre 1958 y 1968 se utilizaron diferentes nombres en el Este y en Occidente: los físicos soviéticos utilizaron un nombre que hacía énfasis en la visión de la implosión de un astrónomo distante. Recordemos que a causa de la enorme dificultad que tiene la luz para escapar al poder de la gravedad, la implosión parece durar eternamente vista desde muy lejos; parece que la superficie de la estrella nunca llega a formarse. A los astrónomos les parece (o parecería si sus telescopios fuesen lo suficientemente potentes para ver la estrella en implosión) que la estrella se congela exactamente fuera de la circunferencia crítica. Por esta razón, los físicos soviéticos llamaron al objeto producido por la implosión una *estrella*

congelada, y este nombre ayudó a marcar el tono y el esquema mental para su investigación sobre la implosión de los años sesenta.³⁷

3.2.4. Las estrellas colapsadas de Occidente

Como si se tratara de diferenciarse ideológicamente, la astronomía occidental optaba por otra terminología, en opinión de Thorne:

En Occidente, por el contrario, el énfasis se ponía en el punto de vista de la persona que se mueve hacia adentro sobre la superficie de la estrella en implosión, a través del horizonte y hacia la verdadera singularidad; y, en consecuencia, el objeto entonces creado fue denominado una *estrella colapsada*. Este nombre ayudó a centrar las mentes de los físicos en la cuestión que iba a resultar de mayor interés para John Wheeler: la naturaleza de la singularidad en la que la física cuántica y la curvatura espacio-temporal se unirían".³⁸

3.2.5. Los agujeros negros de Calcuta

El astrofísico teórico inglés John Barrow, de la Universidad de Leeds, nos comentaba en una entrevista que el término *agujero negro* procedía inicialmente de la expresión *agujero negro* referido a las prisiones militares en general y descrito por Edgar Allan Poe en uno de sus cuentos³⁹, aunque en un contexto medieval. Según el Diccionario de Oxford⁴⁰, esta expresión se popularizó a raíz del horrible episodio ocurrido en 1756, en los cuarteles de Fort William de Calcuta, en la India: 146 europeos fueron arrojados a estas peculiares celdas de castigo, de los cuales sólo 23 sobrevivieron a la mañana siguiente.

3.2.6. Los agujeros negros de Wheeler

Kip Thorne nos relata cómo ningún nombre de los que se utilizaban hasta entonces - *estrella congelada*, *estrella colapsada*, ...- satisfacía a los astrónomos, hasta que John Wheeler, "la persona que, más que cualquier otra, se preocupaba sobre la utilización de nombres óptimos"⁴¹, acuñó en 1967 el término *black hole*, que en castellano traducimos literalmente como *agujero negro*.

Wheeler tiene la costumbre de meditar sobre los nombres que damos a las cosas cuando está relajado en la bañera o se acuesta en la cama por la noche. A veces buscará de este modo durante meses el nombre idóneo para algo. Así fue su búsqueda para reemplazar el de 'estrella congelada'/'estrella colapsada'. Finalmente, a finales de 1967, encontró el nombre perfecto.

En el estilo típico de Wheeler, no llegó a sus colegas y dijo: "He encontrado un gran nombre para estas cosas; se les llamará tal-tal-tal". En lugar de ello, simplemente empezó a utilizar el

nombre como si ningún otro nombre hubiese existido nunca, como si todo el mundo estuviese ya de acuerdo en que éste era el nombre correcto. Lo ensayó en una conferencia sobre púlsares en Nueva York a finales de otoño de 1967, y luego lo adoptó firmemente en una charla en diciembre de 1967 pronunciada por la American Association for the Advancement of Science, titulada "Nuestro Universo, lo conocido y lo desconocido". Aquellos de nosotros que no estuvimos allí lo encontramos por primera vez en la versión escrita de su charla:

"Debido a su caída cada vez más veloz (la superficie de la estrella en implosión) se aleja del observador (distante) cada vez más rápidamente. La luz se desplaza hacia el rojo. Se hace más oscura milisegundo a milisegundo, y en menos de un segundo es demasiado oscura para ser vista... (La estrella,) como el gato de Cheshire, desaparece de la visión. Uno deja tras él sólo su mueca sonriente, la otra, sólo su atracción gravitatoria. Atracción gravitatoria, sí; luz, no. Tampoco emerge ninguna partícula. Además, la luz y las partículas incidentes desde el exterior ... (y) descendiendo al agujero negro sólo se añaden a su masa e incrementan su atracción gravitatoria". (WHEELER, 1968)

Agujero negro era el nuevo nombre de Wheeler. En pocos meses fue adoptado de forma entusiasta por los físicos relativistas, los astrofísicos y el público general, tanto en Occidente como en el Este -con una excepción: en Francia, donde la expresión *trou noir* (agujero negro) tiene connotaciones obscenas, hubo resistencia durante varios años.⁴²

Sin embargo, según un artículo de Stephen Hall en la *Enciclopedia Británica*, parece ser que la idea original no fue suya: "El término en sí, manifestó Wheeler en una entrevista, fue sugerido en realidad por otra persona -no recuerda quién- en una reunión en 1967 celebrada en el Instituto de Estudios Espaciales, en Nueva York, y pretendía sustituir al de *estrella completamente colapsada gravitatoriamente*. 'Después de haber logrado pronunciarlo unas diez veces', recordaba Wheeler, 'buscas desesperadamente algo más adecuado'.⁴³

El término *agujero negro* no apareció escrito hasta la publicación de un artículo de Wheeler en *American Scientist* en 1968, donde dice:

La luz y las partículas del exterior que emergen y caen al agujero negro sólo vienen a contribuir a su masa y a su atracción gravitatoria.⁴⁴

3.2.7. Why "black hole"?⁴⁵

En el libro *Gravitation*, considerado un manual básico de *Relatividad*, el capítulo 33 está dedicado a los *agujeros negros*. Sus autores inventan un diálogo entre dos personajes de un diálogo de Galileo -Sagredus y Salvatius- para explicar la conveniencia del término *black hole*. De forma resumida incluimos sus razonamientos.

Bajo el epígrafe "Why 'black hole'?" (¿Por qué agujero negro?), Sagredus dice: ¿Qué es todo eso sobre los 'agujeros negros'?" Cuando un observador externo observa el

colapso de una estrella, "la ve implosionar con una velocidad cada vez mayor, hasta que alcanza la etapa relativista. Entonces parece ralentizarse y llega a congelarse justo fuera de su horizonte (radio gravitatorio). Por mucho que espere el observador, nunca ve la posterior evolución de la estrella. Cómo puede uno dar el nombre de agujero negro a un objeto congelado, que nunca desaparece de nuestra vista?"⁴⁶

Y Salvatius le contesta: "Dejemos aparte el nombre de agujero negro. Consideremos primero la negrura. Desde luego, no puede haber nada más negro que un agujero negro. El propio corrimiento al rojo que hace que la estrella colapsada parezca congelada también la oscurece y la ennegrece".⁴⁷ A continuación explica con fórmulas matemáticas cómo la intensidad de la radiación recibida por distintos observadores decrece exponencialmente con el tiempo hasta que la estrella es negra y concluye: "La estrella no es sólo esencialmente negra, es absolutamente negra"⁴⁸.

Sagredus, tras mostrarse de acuerdo, añade "Pero no es la palabra negro la que me preocupa, sino la de agujero. Cómo es posible que uno pueda considerar el término agujero como apropiado para un objeto que permanece inmóvil flotando indefinidamente justo fuera de su horizonte. Verdad es que la ausencia de luz hace al objeto invisible, pero ¿no podría uno verlo siempre que se haga reflejar un fogonazo de luz en su superficie? ¿Y no podría uno siempre posarse sobre su superficie en una nave y recoger unos pocos bariones de la estrella? Después de todo, visto desde fuera, los bariones en su superficie nunca, nunca, nunca se podrán caer en el horizonte!"⁴⁹

De nuevo Salvatius le responde, entre otros argumentos, que también hay un punto crítico más allá del cual la reflexión de la luz es imposible. Al final, Sagredus se muestra convencido y concluye: "Para todos los fines prácticos, la expresión 'agujero negro' es una excelente descripción. Las expresiones alternativas 'estrella congelada' y 'estrella colapsada', que encuentro en la literatura física anterior a 1969, ponen énfasis en el aspecto de ilusión óptica del fenómeno. La atención debe desviarse lejos de la estrella que creó el agujero negro, porque más allá de la superficie de la última influencia uno no tiene medios de interactuar con esa estrella. La estrella es irrelevante para la física y la astrofísica subsiguientes. Sólo el horizonte y la geometría externa del espacio-tiempo son relevantes para el futuro. Convengamos en llamar a

ese horizonte la 'superficie de un agujero negro' y a su geometría externa el 'campo gravitatorio del agujero negro'"⁵⁰.

Y con el acuerdo de Salvatius finaliza el diálogo.

3.2.8. Problemas terminológicos

Con el término *agujero negro* no parece haber problemas terminológicos. Muy al contrario, sobre él existe una aceptación generalizada (sólo en francés, como contaba Thorne, hubo reticencias iniciales, que cedieron ante la fuerza del término y su extendido uso). Sin embargo, si nos detenemos en el término vemos que *agujero* sugiere "ausencia de materia", lo que contradice el hecho de que los agujeros negros son notorios precisamente por su gran densidad. Junto con el problema del contenido de materia, también el color podría ser una contradicción terminológica de existir la *radiación de Hawking*, como hemos visto.

Pero incluso para Stephen Hawking el término *agujero negro* "constituyó un golpe de genio; aquel nombre garantizó la entrada de los agujeros negros en la mitología de la ciencia-ficción. Estimuló además la investigación científica al proporcionar un término definido a algo que antes carecía de un título satisfactorio."⁵¹

El propio Wheeler dice en uno de sus libros: "El advenimiento de la expresión *agujero negro* en 1967 fue terminológicamente trivial, pero psicológicamente poderoso. Después de que este nombre fuera introducido, más y más astrónomos y astrofísicos comenzaron a darse cuenta de que los agujeros negros pueden no ser una invención de la imaginación sino objetos astronómicos en cuya búsqueda merecería la pena gastar tiempo y dinero."⁵²

Con el paso del tiempo, el término *agujero negro* se fue abriendo paso en la literatura científica. El astrofísico Donald Lynden-Bell nos recordaba en una entrevista que cuando sugirió con Martin Rees la existencia de *agujeros negros* en el centro de algunas galaxias no empleó la expresión *agujero negro*, pero que en 1970 ya era de uso común. "Me sorprende mirar atrás y encontrar que no lo usé en 1969, pero obviamente el término no había llegado a Inglaterra por entonces".⁵³

El físico español José Manuel Sánchez Ron, en una crítica publicada en *El País* comentando precisamente el libro de Wheeler y titulada "Un viaje que merece la pena. John Wheeler y la relación entre la geometría y la gravedad", decía:

Durante décadas, los físicos han contemplado cómo la fértil mente *geometrodinámica* de Wheeler ha producido todo tipo de ideas y conceptos, destinados a guiarnos por la física del espacio-tiempo. Algunas veces los frutos de su imaginación han sido de naturaleza un tanto barroca; esto es, difíciles de apreciar, salvo para aquellos que se mueven con facilidad por vías geométricas y visuales no siempre transparentes. Otras, sin embargo, sus ideas han terminado por alcanzar incluso al gran público, por mucho que éste ignorase de quién procedían. Así ocurrió con su invención -en 1968- del término *agujero negro*, con el que se refería al colapso gravitacional hacia una singularidad, que predecía la teoría general de la relatividad.⁵⁴

Pero la magia de los *agujeros negros* se pierde en la nomenclatura de los candidatos, pese a disponer de dos nombres, uno el correspondiente a la fuente de rayos X y otro el de la constelación de su contrapartida óptica. Así tenemos los siguientes *agujeros negros*, según una tabla proporcionada por Jorge Casares:

- X1956+350 ó Cyg X-1
- X0538-641 ó LMC X-3
- A0620-00 ó V616 Mon
- GRS 1124-68 ó Nova Mus 91
- GRO J1655-40 ó Nova Sco 94
- GS 2023+338 ó V404 Cyg
- GS 2000+25 ó QZ Vul
- J0422+32 ó Nova Per 92
- H1705-25 ó Nova Oph 77
- 4U 1543-47

Señalemos aquí que las discrepancias científicas se pueden llevar al terreno de la terminología, como sucede en el caso de los *agujeros negros*: mientras algunos astrónomos se niegan a aceptar como probada la existencia de estos objetos cósmicos y, por consiguiente, prefieren seguir utilizando la expresión *candidato a agujero negro*, otros reservan esta expresión para los objetos aún en estudio, mientras que llaman propiamente *agujeros negros* a aquellos de los que se conocen sus propiedades dinámicas, como en el caso de V404 Cyg.

Los hoyos negros

La traducción que del término inglés *black holes* se ha hecho en los países hispanoamericanos no se corresponde con los *agujeros negros* castellanos, sino con

otras expresiones, como la no menos atractiva *hoyos negros*, que ya hemos mencionado. Estas variantes de términos astronómicos en español (que también encontramos para otros términos, como las *enanas marrones*), si bien reflejan la falta de normalización lingüística, también ponen de relieve la riqueza léxica y las peculiaridades idiomáticas de cada país hispanohablante llevadas al terreno de la ciencia.

Los discos de acreción

Un problema lingüístico apuntado con frecuencia en relación con la terminología asociada a los *agujeros negros* surge con los *discos de acreción*, término acuñado por Donald Lynden-Bell⁵⁵, en 1969, para referirse a la estructura de gas en forma de disco que gira en torno a un *agujero negro* antes de caer en él. La dificultad reside en la inexistencia de las palabras *acretar* y *acreción* en castellano, donde lo más similar es *acrecer* y *acrecimiento*, con matices ligeramente distintos al astrofísico.

Aun así, vemos que el *Vocabulario Científico y Técnico*⁵⁶ de la Real Academia de Ciencias incluye *disco de acreción* en su tercera edición con la siguiente acepción: "Acumulación de polvo interestelar en forma de disco perpendicular al eje de rotación, que se observa en estrellas en formación por medio de las líneas de emisión molecular en el infrarrojo". Asimismo aparece *acrecimiento* definido como "proceso mediante el cual una estrella acumula materia procedente del exterior".

3.3. Repercusión en la prensa

Agujero negro es quizá el término astrofísico que mejor responde a una idea intuitiva y que, junto a *Big Bang*, mejor ha calado en el público. Ni qué decir que los *agujeros negros* han sido el tema por excelencia de todo un género literario y también cinematográfico: caer en un *agujero negro* es uno de los horrores mejor descritos de la ciencia ficción. En el prólogo del libro de Thorne se dice:

De todas las ideas concebidas por la mente humana, desde los unicornios y las gárgolas a la bomba de hidrógeno, la más fantástica es, quizá, la del agujero negro: un agujero en el espacio con un borde perfectamente definido en cuyo interior puede caer cualquier cosa y de donde nada puede escapar; un agujero con una fuerza gravitatoria tan intensa que

incluso la luz queda atrapada en su poder; un agujero que curva el espacio y distorsiona el tiempo. Como los unicornios y las gárgolas, los agujeros negros parecen pertenecer más a los reinos de la ciencia ficción y los mitos antiguos que al Universo real.⁵⁷

Incluso se ha especulado sobre la posibilidad teórica de que los *agujeros negros* puedan suministrar energía a una civilización futura de ámbito galáctico⁵⁸.

Este interés por los *agujeros negros* también se ha reflejado en los medios de comunicación, siendo uno de los objetos cósmicos que más titulares de prensa han generado. En el caso concreto de V404 Cyg, la noticia fue recogida, coincidiendo con su publicación en *Nature*, en febrero de 1992 por prácticamente todos los medios de comunicación españoles, con más de 50 informaciones publicadas en la prensa. Otro *agujero negro* -GS 2000 + 25, en las constelación de *Vulpecula*- anunciado en los "Encuentros Relativistas Españoles" de 1995, celebrados en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife, también produjo un volumen importante de noticias en los medios de comunicación.

En el período 1976-1995, el término *agujero negro* aparece en titulares de prensa de *El País* 35 veces:

- "Astrónomos norteamericanos descubren indicios del 'agujero negro'". *El País*, 4/5/78.
- "El satélite soviético *Astron* estudiará los *agujeros negros* del cosmos". *El País*, 27/3/83.
- "Teoría de Reeves sobre los *agujeros negros* del espacio". *El País*, 19/2/84.
- "El cosmólogo británico Hawking piensa que un *agujero negro* fue el origen del Universo". *El País*, 14/9/84.
- "Indicios de que hay un *agujero negro* en la Vía Láctea". *El País*, 7/6/85.
- "Nuevos hallazgos apoyan la teoría del 'agujero negro' en la Vía Láctea [y la existencia de estructuras filamentosas]". *El País*, 23/1/86.
- "Astrónomos de la universidad de Ohio afirman haber observado cómo un *agujero negro* absorbe una estrella". *El País*, 10/12/86.
- "El satélite japonés *Astro C* estudiará los *agujeros negros*". *El País*, 2/2/87.
- "El satélite *Ginga* ha sido lanzado desde el centro espacial japonés para explorar los llamados *agujeros negros*". *El País*, 6/2/87.
- "Los *agujeros negros*, posible origen de estrellas, según el científico soviético Alexander Ivashkevich". *El País*, 2/7/87.
- "Los *agujeros negros*". *El País*, 16/10/88.
- "Vestigios de un nuevo *agujero negro* y de una viuda negra binaria". *El País*, 15/1/89.

- "92 astrónomos acuerdan utilizar el satélite IUE para buscar el *agujero negro* del núcleo de la galaxia NGC 5548". *El País*, 4/6/89.
- "Luigi Stella idea un método para calcular la masa de posibles *agujeros negros* a partir del estudio de galaxias activas". *El País*, 9/5/90.
- "Nuevas imágenes del *agujero negro* en el centro de la Vía Láctea, presentadas en un congreso en Albuquerque, EEUU". *El País*, 16/6/90.
- "La observación del cosmos en rayos X: el satélite *Rosat* busca *agujeros negros*". *El País*, 25/7/90.
- "El Hubble aporta pruebas de la existencia de un *agujero negro* en el centro de una galaxia gigante M87". *El País*, 18/1/92.
- "El científico español Jorge Casares presenta la prueba más convincente de un *agujero negro*". *El País*, 13/2/92.
- "Jorge Casares, de 27 años, revela en su tesis doctoral la localización de un *agujero negro* en nuestra galaxia". *El País*, 15/2/92.
- "El efecto de los *agujeros negros*". *El País*, 17/3/92.
- "El telescopio espacial *Hubble* aporta nuevas pruebas de la existencia de un *agujero negro*". *El País*, 10/4/92.
- "El laboratorio espacial *Hubble* logra una fotografía de un *agujero negro*". *El País*, 10/6/92.
- "Científicos de EEUU afirman haber encontrado pruebas de la existencia de un *agujero negro* gigantesco". *El País*, 11/7/92.
- "El astrónomo holandés Robert Sanders pone en duda el *agujero negro* del centro de la Vía Láctea". *El País*, 15/9/92.
- "El satélite Integral se pondrá en órbita en 1999, y tratará de verificar la existencia de *agujeros negros*". *El País*, 21/10/92.
- "El telescopio Hubble fotografía un posible *agujero negro* en la galaxia NGC 4261". *El País*, 21/11/92.
- "John Gribbin pronuncia en La Coruña una conferencia sobre *agujeros negros* en el curso *La ciencia que llega al quiosco*". *El País*, 21/7/93.
- "Observaciones realizadas con el telescopio Hubble confirman la existencia de un *agujero negro* supermasivo". *El País*, 27/5/94.
- "¿Se puede ver un *agujero negro*?". *El País*, 10/6/94.
- "Indicios de un *agujero negro* en el centro de la galaxia espiral Messier 106 a 21 años luz de distancia". *El País*, 12/1/95.
- "Igor Novikov plantea la posibilidad teórica de viajar por el tiempo a través de los *agujeros negros*". *El País*, 15/1/95.
- "Detectado en la Vía Láctea un objeto celeste en el que podría haber un *agujero negro*". *El País*, 22/3/95.
- "Descubrimiento de vías prometedoras de explorar la dinámica de los fenómenos cósmicos denominados *agujeros negros*". *El País*, 5/7/95.

- “El astrofísico español Jorge Casares descubre un agujero negro con una masa cinco veces superior al sol en la Vía Láctea”. *El País*, 13/7/95.
- “El telescopio espacial *Hubble* detecta un tercer agujero negro en la galaxia NGC 4261, situada a unos 100 años luz”. *El País*, 5/12/95.

En los suplementos “ABC de la Ciencia” y “Futuro”, de los diarios *El País* y *Abc*, respectivamente, a lo largo de 1996 y 1997, recogemos los siguientes titulares:

- “Un agujero negro en el centro de la Vía Láctea”. *El País* (“Futuro”), 9/10/96.
- “Agujeros negros y tiempo curvo” (Libros). *El País* (“Futuro”), 19/2/97.
- “La radioastronomía ha dado la mejor evidencia que tenemos de agujeros negros”. *El País* (“Futuro”), 19/3/97.
- “Agujero negro” (convocatoria). *El País* (“Futuro”), 18/6/97.
- “Kip S. Thorne: ‘Entendemos mejor los agujeros negros que la estructura de la Tierra’”. *El País* (“Futuro”), 25/6/97.
- “El Hubble ve un agujero negro al descubierto”. *El País* (“Futuro”), 17/9/97.
- “Paisaje inédito de un agujero negro”. *Abc* (“ABC de la Ciencia”), 19/9/97.
- “Las ‘puertas’ sin salida de los ‘agujeros’ negros, detectadas por primera vez”. *Abc* (“ABC de la Ciencia”), 21/1/97.
- “Censo de agujeros negros galácticos”. *Abc* (“ABC de la Ciencia”), 24/1/97.
- “Estrellas de neutrones y agujeros negros arrastran al espacio-tiempo”. *El País* (“Futuro”), 12/11/97.
- “Explosiones en un agujero negro”. *El País* (“Futuro”), 3/12/97.

NOTAS

¹ **DEL PUERTO, Carmen.** “Un agujero negro en nuestra galaxia”, en *IAC Noticias* N. 1-1992. Págs. 16 y 17.

² El guión fue elaborado por Carmen del Puerto, en colaboración con los astrofísicos del IAC Alejandro Oscoz y Clemente Moreno, para la empresa *Creativos Multimedia, S.A.* Este vídeo se encuentra en fase de distribución.

³ No en el sentido biológico, donde la evolución implica cambios de una generación a la siguiente, sino en el sentido de ciclo vital, desde que nace una estrella hasta que muere. Véase **GRIBBIN, John.** *Diccionario del Cosmos* (Companion to the Cosmos). Trad. por Javier García Sanz. Editorial Crítica (Grijalbo Mondadori). Barcelona, 1997 (e.o. 1996). Págs. 127-129.

⁴ Límite establecido por el astrofísico estadounidense de origen indio Subrahmanyan Chandrasekhar (1910-1995).

⁵ Chandrasekhar descubrió en 1930, mientras viajaba en un vapor desde la India a Inglaterra, que el límite superior para la masa de las *enanas blancas* es 1,4 veces la masa del Sol. Las *enanas* con una masa mayor no pueden ser estables, es decir, se contraen hasta colapsar como una *estrella de neutrones*. Por este descubrimiento recibió en 1983 el Premio Nobel de Física.

⁶ Término acuñado en los años 50 por un físico de la Universidad de Cornell llamado Wolfgang Rindler, para referirse a la *singularidad de Schwarzschild o circunferencia crítica*, también llamado *horizonte de sucesos* por la analogía con el horizonte terrestre, más allá del cual no podemos ver el Sol. (Recogido en **THORNE, Kip S.** *Agujeros negros y tiempo curvo. El escandaloso legado de Einstein.* (Black Holes and Time Warps. Einstein's Outrageous Legacy). Trad. por Javier García Sanz. Presentación por Stephen Hawking. Crítica (Drakontos). Barcelona, 1995 (e.o. 1994). Pág. 237.

⁷ Según Kip Thorne, “los agujeros de gusano no son meros productos de la imaginación de un escritor de ciencia ficción”, sino que fueron descubiertos matemáticamente en 1916 por Ludwig Flamm como una solución a una ecuación de Einstein. **THORNE, op. cit.** Págs. 448 y 533. La primera referencia escrita del término en sentido físico que recoge el Diccionario de Oxford corresponde a un artículo de Misner & Wheeler publicado en la revista *Annual Physics* en 1957, 2. 532.

⁸ El viaje a un futuro determinado es factible basándose en sólidos principios científicos compatibles con la teoría de la *Relatividad Especial*, aunque aún no se domine del todo la tecnología necesaria.

⁹ **MORRIS, M.S., THORNE, K.S., y YURTSEVER, U.** “Wormholes, Time Machines, and the Weak Energy Condition”, en *Physical Review Letters*, 61, 1988. Pág. 1.446.

¹⁰ Contado por **THORNE, op. cit.** Pág. 476.

¹¹ *Ibidem.*

¹² Entrevista personal con Igor Novikov.

¹³ Para más información, véase **THORNE, op. cit.** Págs. 446-481.

¹⁴ Esta expresión no es del todo apropiada al estar ya resuelta la paradoja en el marco de la *Relatividad Especial*.

¹⁵ En la película *Regreso al futuro (Back to the future)* se plantea esta paradoja.

¹⁶ Realmente la velocidad de la luz en el vacío es 299.762.458 km/s.

¹⁷ Aunque la predicción de Einstein fue demostrada posteriormente en muchas ocasiones, ahora se sabe que en Isla Príncipe se tomaron mal los datos. Véase **COLLINS, Harry, y PINCH, Trevor.** *El gólem. Lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia* (The Golem: What Everyone Should Know about Science). Trad. por Juan Pedro Campos. Crítica. Grijalbo Mondadori. (Drakontos). Barcelona, 1996 (e.o. 1993). Págs. 41-71.

¹⁸ A la distancia denominada *radio de Schwarzschild*, el tiempo se anula y el espacio se hace infinito, escondiendo lo que los matemáticos llaman una *singularidad*.

¹⁹ **MEDIAVILLA, Evencio, y BUITRAGO, Jesús.** “Hawking singular”, en *ABC Cultural*, 27/10/95.

²⁰ *Ibidem.*

²¹ *Ibidem.*

²² Kip Thorne comienza su libro *Agujeros negros y tiempo curvo* con un relato de ciencia ficción, en el que nos encontramos con tres tipos de agujeros negros bautizados *Hades*, un agujero negro de 10 masas solares, el más próximo a la Tierra y próximo a la estrella Vega; *Sagitario*, un agujero de un millón de masas solares en el centro de nuestra Vía Láctea; y *Gargantúa*, un agujero negro supermasivo de 15 billones de masas solares, a 2.000 millones de años luz, cerca del cuásar *3C 273*. **THORNE, op. cit.** Págs. 19-51.

²³ Entrevista personal con el astrofísico Jorge Casares, investigador del IAC.

²⁴ Entrevista citada con Igor Novikov.

²⁵ *Ibidem.*

²⁶ **ARP, Halton.** *Controversias sobre las distancias cósmicas y los cuásares.* (Quasars, Redshifts and Controversies). Trad. por Manuel Sanromá. Tusquets Editores. Barcelona, 1992. 1ª edición (e.o. 1987). Pág. 261.

²⁷ *Ibidem.* Págs. 265-266.

²⁸ **MISNER, Charles W., THORNE, Kip S., y WHEELER, John Archibald.** *Gravitation.* W.H. Freeman and Company. New York, 1973 (e.o. 1970).

²⁹ **WHEELER, John Archibald.** *Un viaje por la gravedad y el espacio-tiempo.* (A Journey into Gravity and Spacetime). Alianza Editorial. Madrid, 1994 (e.o. 1990).

³⁰ **HAWKING, Stephen.** *Agujeros negros y pequeños universos y otros ensayos.* (Black holes and baby universes and other essays). Trad. por Guillermo Solana Alonso. Plaza y Janés. Barcelona, 1994.

³¹ **CHAISSON, Eric.** *Relatividad, agujeros negros y el destino del Universo.* *Relatively speaking, relativity black holes, and the fate of the Universe.* Trad. por Neus Gali. Plaza y Janés. Barcelona, 1990.

³² **THORNE, op. cit.** El libro está dedicado a John Archibald Wheeler, mentor y amigo de Kip Thorne.

³³ *Ibidem.* Págs. 112-113.

³⁴ *Ibidem.* Pág. 111.

³⁵ *Ibidem.*

³⁶ Aunque *estrella congelada* es la traducción adaptada en el libro de Kip Thorne de la expresión *frozen star*, debemos advertir de que en castellano quizá no tenga el matiz tan acusado de “parálisis” que adquiere en inglés.

³⁷ **THORNE, op. cit.** Pág. 237.

³⁸ *Ibidem*.

³⁹ **POE, Edgar Allan**. “El pozo y el péndulo” en *Cuentos I*. Prólogo, traducción y notas de Julio Cortázar. Alianza Editorial. Madrid, 1988, 14ª reimpresión. Págs. 74-91.

⁴⁰ **The Oxford English Dictionary**. Oxford Carendon Press. Oxford, 1989, 2ª edición.

⁴¹ **THORNE**, *op. cit.* Pág. 237.

⁴² *Ibidem*. Págs. 237 y 238.

⁴³ **HALL, Stephen S.** “Chaos, Quarks, and Quantum Leaps. What’s in a Scientific Name?” en la *Encyclopaedia Britannica Science Update* 1994. Pág. 231. Texto en inglés: “*The term itself, Wheeler said in an interview, was actually suggested by someone else -he does not remember whom- during a 1967 meeting at the Institute for Space Studies, New York City, and was intended as a substitute for gravitationally completely collapsed star. ‘After you get around to saying that about ten times’, Wheeler recalled, ‘you look desperately for something better’*”.

⁴⁴ **The Oxford English Dictionary**, *op. cit.* Texto en inglés: “*Light and particles incident from outside emerge and go down the black hole only to add to its mass and increase its gravitational attraction*”. *Amer. Scientist* LVI. 9.

⁴⁵ Epígrafe dedicado al término *black hole* (agujero negro, en inglés) publicado en **MISNER, THORNE y WHEELER**, *op. cit.* Págs. 872-875.

⁴⁶ *Ibidem*. Texto en inglés: “*Sagredus. What is all this talk about ‘black holes’? When an external observer watches a star collapse, he sees it implode with ever-increasing speed, until the relativistic stage is reached. Then it appears to slow down and become ‘frozen’, just outside its horizon (gravitational radius). However long the observer waits, he never see the star proceed further. How can one reasonably give the name ‘black hole’ to such a frozen object, which never disappears from sight?*”

⁴⁷ *Ibidem*. Texto en inglés: “*Salvatius. Let us take the name “black hole” apart. Consider first the blackness. Surely nothing can be blacker than a black hole. The very redshift that makes the collapsing star appear to freeze also makes it darken and become black.*”

⁴⁸ *Ibidem*. Texto en inglés: “*The star is not merely ‘essentially black’: it is ‘absolutely black’*”.

⁴⁹ *Ibidem*. Texto en inglés: “*But it is the word ‘hole’ that concerns me, not ‘black’. How can one possibly regard the name ‘hole’ as appropriate for an object that hovers forever just outside its horizon. True, absence of light makes the object invisible. But couldn’t one always see it by shining a flashlight onto its surface? And couldn’t one always fly down to its surface in a rocket ship and scoop up a few of the star’s baryons? After all, as seen from outside the baryons at its surface will never, never, never manage to fall into the horizon!*”

⁵⁰ *Ibidem*. Texto en inglés: “*You have convinced me. For all practical purposes the phrase ‘black hole’ is an excellent description. The alternative phrases ‘frozen star’ and ‘colapsed star’, which I find in the pre-1969 physics literature, emphasize an optical-illusion aspect of the phenomom. Attention must be directed away from the star that created the black hole, because beyond the surface of last influence one has no means the interact with that star. The star is irrelevant to the subsequent physics and astrophysics. Only the horizon and its external spacetime geometry are relevant for the future. Let us agree to call that horizon the ‘surface of a black hole’, and its external geometry the ‘gravitational field of the black hole’*”.

⁵¹ **HAWKING**, *op. cit.*

⁵² **WHEELER**, *op. cit.* Pág. 222.

⁵³ Entrevista personal con Donald Lynden-Bell con motivo de su participación en la reunión “Key Problems in Astronomy”, organizada por el IAC y la Fundación BBV y celebrada del 10 al 13 de enero de 1995, en el Puerto de la Cruz (Tenerife).

⁵⁴ *El País*, 7/1/95.

⁵⁵ Recogido en **THORNE**, *op. cit.* Pág. 319.

⁵⁶ **Vocabulario científico y técnico**, de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. *Espasa Calpe. Madrid, 1996*, 3ª edición.

⁵⁷ **THORNE**, *op. cit.* Pág. 19

⁵⁸ Diego Pavón, del Departamento de Termología de la Universidad Autónoma de Barcelona, trataba esta cuestión en un artículo titulado “¿Serán los agujeros negros la fuente de energía de futuras civilizaciones?”, en *La Vanguardia*, 18/11/84.

4. PÚLSARES, los faros cósmicos

Las razones de haber seleccionado estos objetos astronómicos para nuestro estudio son, de nuevo, la peculiar historia del término bajo el que se conocen -adelantemos aquí que en la acuñación de *púlsar* intervino un periodista- y su aparición frecuente en los medios de comunicación.

Los *púlsares* tuvieron lógico interés periodístico cuando se descubrieron, a finales de los años sesenta, aunque, como veremos, no tanto por tratarse de un nuevo tipo de objetos astronómicos, identificados metafóricamente por *faros cósmicos*, como por el excitante supuesto inicial de que las señales recibidas en radio procedían de seres extraterrestres.

También fueron noticia cuando a uno de sus descubridores le concedieron el Premio Nobel de Física en 1974, año en el que se descubrían a su vez los *púlsares binarios*. Este hecho mereció otro Premio Nobel en 1993, que igualmente tuvo su repercusión en la prensa. En el curso "Cosmosomas, enanas marrones, exoplanetas, púlsares binarios y otros descubrimientos astronómicos recientes", organizado por el IAC y la UIMP en Santander, del 26 al 30 de agosto de 1996, tuvimos ocasión de entrevistar a los astrofísicos sir Antony Hewish y Joseph Taylor, galardonados ambos con los mencionados premios.

De nuevo los *púlsares* fueron noticia en 1991, cuando se anunció el descubrimiento de un planeta en órbita alrededor de un *púlsar*. El revuelo de esta información duró lo que se tardó en confirmar que había errores en los datos.

Hoy en día interesan científicamente las *ondas gravitatorias*, cuya existencia, predicha por Einstein, parece haberse confirmado a partir del estudio de un *púlsar binario*. Su detección desde observatorios terrestres especiales podría revolucionar la astronomía. La prensa, como si intuyera esta futura revolución, dedica amplios reportajes a los gigantescos detectores de *ondas gravitatorias* que actualmente se hallan en construcción.

4.1. Divulgación científica

1967 fue el año de la llamada “guerra de los seis días” o “tercera guerra árabe-israelí”, el año de la muerte en Bolivia de Che Guevara, el año del Golpe de los Coroneles en Grecia y, en medicina, el año del primer trasplante de corazón humano. También se firmó el acuerdo internacional sobre la utilización del espacio para fines pacíficos y se estrelló en los Urales la nave espacial rusa *Soyuz-1*, con el cosmonauta Vladimir Komarov a bordo. En ese año murió José Azorín, escritor y maestro de periodistas. Pero aquí nos interesa 1967 porque fue el año en que se descubrieron los *púlsares*, si bien de forma accidental, aunque esta circunstancia no les resta importancia científica.

4.1.1. Descubrimiento por *serendipia*

Jocelyn Bell¹ (n. 1943) y Antony Hewish² (n. 1924) no estaban intentando descubrir *púlsares* cuando en 1967 detectaron señales de radio de corta duración y de intervalos muy regulares. Trabajaban en el Laboratorio Cavendish de la Universidad de Cambridge (Reino Unido), con un radiotelescopio de 3,2 metros especialmente diseñado para registrar las rápidas variaciones de intensidad en las fuentes de radio.

Dispuesto a averiguar por qué las estrellas que emitían en radio centelleaban igual que las que lo hacían en el visible, Hewish había descubierto en 1964 el efecto que llamó *centelleo interplanetario* (*interplanetary scintillation*): demostró que las ondas de radio de una fuente de pequeño diámetro sufren *difracción*³ cuando cruzan las nubes de polvo en el espacio interplanetario, y que las variaciones en intensidad tenían lugar cada segundo.

En julio de 1967 entró en funcionamiento un gran radiotelescopio de alta resolución (una red de antenas sobre un área de 18.000 m² en Cambridge). Hewish lo había construido, con ayuda de jóvenes colaboradores, para el estudio de más de 1.000 radiogalaxias y caza de cuásares.⁴ En un artículo posterior⁵, Hewish subrayó lo irónico que resultaba haber encontrado los *púlsares* inesperadamente, cuando lo que se

investigaban eran los enigmáticos *cuásares*, objetos cuyo origen sigue siendo uno de los problemas más importantes de la astrofísica.

En efecto, la primera detección de los *púlsares* es un conocido caso de descubrimiento científico accidental o *serendipia*. Hewish recibió en 1974 el Premio Nobel de Física por este descubrimiento⁶ (compartió el Premio Nobel con Martin Ryle, otro pionero en radioastronomía). En cambio, no lo recibió Jocelyn Bell -injustamente, según se dice-, en principio por ser sólo una estudiante de doctorado, aunque fue ella quien advirtió la primera señal-interferencia de radio, al mes de empezar los registros regulares en julio de 1967. "Fue quizá la consternación que esto produjo en 1974 -cuenta John Gribbin- lo que hizo que cuando, años más tarde, se concedió un premio Nobel por el descubrimiento del *púlsar binario*, dicho premio fuera compartido entre el estudiante que realmente hizo el descubrimiento y su supervisor"⁷.

4.1.2. Supernovas y estrellas de neutrones

En 1934, los astrónomos Walter Baade (1893-1960) y Fritz Zwicky (1898-1974) propusieron la existencia de una nueva forma de estrella, la *estrella de neutrones* (nombre que acuñaron para el nuevo concepto), que sería el punto final de la evolución estelar⁸.

Hoy se sabe que la *estrella de neutrones* procede, en efecto, de una estrella masiva que tras agotar todo su combustible nuclear se destruye en un proceso llamado explosión de *supernova*. (Estos autores también introducen este término en un artículo científico⁹, aunque ya había sido acuñado en 1572 por Tycho Brahe¹⁰). Tras la explosión queda una estrella pequeña y compacta cuya gravedad es tan fuerte que los electrones y los protones se ven obligados a fundirse en el núcleo atómico, donde sólo quedarán *neutrones* (de ahí el nombre de este tipo de estrella). Pese a contener masas similares o mayores a la del Sol, su diámetro es tan sólo de 10 ó 20 km, lo que explica su extrema densidad.

Carl Sagan en *Cosmos* hacía una de las descripciones más gráficas y divertidas de este tipo de objetos:

La materia de una estrella de neutrones pesa, si tomamos de ella una cucharadita de té, más o menos lo mismo que una montaña corriente: pesa tanto que si sujetáramos un trozo de esta materia y luego lo soltáramos (no nos quedaría otra alternativa), podría pasar sin esfuerzo a través de la Tierra como hace una piedra que cae por el aire, se abriría por sí solo un agujero a través de nuestro planeta y emergería por el otro lado de la Tierra. Los habitantes de aquel lado, que estarían dando un paseo u ocupándose de sus cosas, verían salir disparado del suelo un pequeño fragmento de estrella de neutrones que se pararía a una cierta altura y volvería de nuevo al fondo de la Tierra, ofreciendo así, por lo menos, algo de diversión a su rutina diaria. Si cayera del espacio cercano un trozo de materia de estrella de neutrones y la Tierra estuviera girando debajo suyo, penetraría repetidamente a través de ella y perforaría centenares de miles de agujeros en su cuerpo en rotación antes de que detuviera su movimiento la fricción con el interior de nuestro planeta. Antes de pararse definitivamente en el centro de la Tierra, el interior de nuestro planeta presentaría brevemente el aspecto de un queso suizo, hasta que el flujo subterráneo de roca y de metal curase las heridas.¹¹

4.1.3. Los pulsos de radio

Un *púlsar* es una estrella de neutrones que rota a gran velocidad con un intenso campo magnético. Los *púlsares* más rápidos dan cientos de revoluciones por segundo. La radiación que liberan estas estrellas de neutrones procede de sus polos magnéticos, manifestándose como haces de ondas de radio (en algunos casos, esta radiación también puede detectarse en otras bandas del espectro electromagnético).

Debido a la inclinación del eje magnético con respecto al eje de rotación, los dos haces forman un cono que barre el cielo una vez por cada rotación estelar, igual que las señales luminosas de un faro. Cada vez que uno de ellos se proyecta en dirección a la Tierra podemos registrar un pulso de radio. Esto quiere decir que sólo vemos los *púlsares* cuyos haces se dirigen hacia nosotros y que hay muchos más que no vemos.

Relojes de precisión

Ya lo advertía Hewish premonitoriamente en 1968, antes de que surgieran los *relojes púlsar* de los años setenta: "Estos misteriosos y nuevos objetos astronómicos emiten pulsos de radio con un espaciamiento tan regular que podrían ser usados como relojes"¹², especialmente en la navegación.

Las señales del primer *púlsar* llegaban al radiotelescopio de Cambridge con un intervalo exacto de tiempo de 1,337 segundos. El más rápido -1937+21 - actualmente pulsa 642 veces por segundo. Como advierte Hewish, escapa a nuestra imaginación pensar que una estrella pueda girar con tal rapidez¹³. Descubierta en 1967, marca el tiempo con la exactitud y fiabilidad de los mejores relojes atómicos.

4.1.4. Los *púlsares binarios*

Situado en un valle natural entre colinas, el radiotelescopio de Arecibo, en Puerto Rico, con sus 1.000 pies (303 metros) de diámetro, es la mayor antena del mundo de plato único (también conocida popularmente como *la oreja de la tierra*, porque sirve para escuchar a las estrellas). Con ella, Joseph H. Taylor Jr. (n. 1941) y su estudiante Russell A. Hulse (n. 1950), entonces de la Universidad norteamericana de Massachusetts, descubrieron 40 nuevos *púlsares*, de los cuales uno llamó especialmente su atención.

Fue el 2 de julio de 1974 cuando detectaron las primeras señales de un *púlsar binario*, formado por dos estrellas de neutrones que orbitaban mutuamente y que, como determinaban los cánones, se bautizó *PSR 1913+16*. Esta prosaica designación indica las coordenadas de situación en los mapas del cielo: la *ascensión recta*¹⁴ de 19 horas 13 minutos y la *declinación*¹⁵ de +16 grados, números que sitúan el *púlsar* en la constelación del *Águila*.

En su búsqueda de nuevos *púlsares*, que no debían confundirse con otras fuentes de radio terrestres, como relámpagos, maquinaria eléctrica, emisores de radar y sistemas de ignición de automóviles, Hulse y Taylor idearon un método que consistía en hacer observaciones consecutivas de un candidato a *púlsar* algunos días después del descubrimiento inicial. Si de nuevo volvía a detectarse una señal pulsante con la misma frecuencia de repetición, el *púlsar* se aceptaba como tal.

Pero la frecuencia de *PSR 1913+16* no se mantenía constante de un día para otro, sino que era cíclica, repitiéndose a sí misma después de 7,75 horas. La interpretación de esta anomalía fue que el *púlsar* se estaba moviendo alrededor de otro cuerpo en una órbita con un período de 7,75 horas.¹⁶ En este caso, un *año púlsar* duraba sólo unas 8 horas. La presencia de la estrella compañera se dedujo a partir del corrimiento *Doppler* en el tiempo de llegada de los destellos del *púlsar*. La frecuencia era ligeramente mayor cuando el *púlsar* se estaba moviendo hacia la Tierra (superior al promedio de 16,94 pulsos por segundo) y ligeramente menor cuando se alejaba de ella.

Al estar muy próximas entre sí y moverse muy rápidamente, las dos estrellas de *PSR 1913+16*, debían emitir grandes cantidades de radiación gravitatoria, tal y como establecía Einstein en 1915 con su teoría de la relatividad general. Debido a esta emisión perderían energía, lo que daría lugar a órbitas cada vez más cortas. La comprobación se obtuvo del estudio de variación con el tiempo de los pulsos de *PSR 1913+16*, que fue observado continuamente desde su detección.

Por el descubrimiento de los *púlsares binarios*, a raíz del cual aparecieron nuevas posibilidades para el estudio de la gravitación, Taylor y Hulse, actualmente de la Universidad de Princeton, recibieron el Premio Nobel de Física de 1993. Según la Fundación Nobel, con este descubrimiento se confirmaba en un 50% la predicción relativista, demostrando la existencia de la radiación gravitatoria que Einstein había sugerido.¹⁷

4.1.5. Ondas gravitatorias

Cuando dos cuerpos de gran masa se encuentran próximos, las leyes de la gravitación y del movimiento de Newton fallan. Mercurio, por ejemplo, presenta ciertas irregularidades en su movimiento orbital supuestamente debidas a la cercanía del Sol. La teoría de la *Relatividad General*, donde el espacio y el tiempo se unen para formar el *espacio-tiempo*, predice esa irregularidad o *avance del perihelio* (punto de la órbita de mayor acercamiento al Sol). Einstein demostró que el avance del perihelio de Mercurio, fenómeno que había sido observado con anterioridad, es una consecuencia natural de la curvatura del *espacio-tiempo* alrededor de nuestra

estrella. (La Tierra orbita en torno al Sol sencillamente porque sigue el camino más fácil: una línea recta en el *espacio-tiempo* que el Sol ha curvado en torno a sí mismo).

De las deformaciones del *espacio-tiempo* causadas por cuerpos de gran masa debían proceder las *ondas gravitatorias* que postuló Einstein. El descubrimiento de *PSR 1913+16 -El Púlsar Binario*, por Antonomasia¹⁸⁻, proporcionaba un laboratorio ideal, pese a estar a 15.000 años luz, para poner a prueba esta predicción, hasta entonces indemostrable.

Las masas que se aceleran (en este caso el *púlsar* en órbita y su compañera) emiten *ondas gravitatorias*. Tales ondas, arrugas o deformaciones en la curvatura del *espacio-tiempo* que se propagan a la velocidad de la luz, resultan del movimiento orbital del sistema binario de igual modo que las ondas electromagnéticas son emitidas por partículas cargadas eléctricamente y sometidas a una aceleración. De acuerdo con la teoría, las *ondas gravitatorias* roban cierta cantidad de energía del sistema binario, disminuyendo así la energía orbital del sistema. Esta disminución reduce el tamaño de la órbita y, por consiguiente, el tiempo necesario para que el *púlsar* describa una revolución en torno a su compañera.

El avance del *periastro* (de nuevo, el punto de la órbita de mayor acercamiento) que predice la teoría de la *Relatividad General* es de unos cuatro grados por año en la órbita de *PSR 1913+16*, dependiendo el valor exacto de la masa total del *púlsar* y su compañera. 4,2 grados es el valor encontrado, de acuerdo con la predicción. La órbita de *PSR 1913+16*, según los cálculos que establece la teoría, debe contraerse 3,5 metros por año, lo que supone una disminución del período de $7,6 \times 10^{-5}$ segundos por año. En 300 años, las dos estrellas se destruirán o se soldarán en una sola. Los conocidos efectos de dilatación del tiempo (debido a la velocidad) y de corrimiento gravitatorio hacia el rojo (debido al alejamiento) se combinan en este caso para adelantar o retrasar el ritmo del reloj del *púlsar* en hasta 4 milésimas de segundos en diferentes partes de la órbita.¹⁹

La contracción y dilatación del *espacio-tiempo* causada por el paso de una onda gravitatoria produce variaciones en los tiempos de llegada de los pulsos: cuanto

mayor es la intensidad de la onda gravitatoria, mayor será su efecto en la señal del *púlsar*. Pero para demostrar la presencia de un campo gravitatorio de fondo, los astrónomos necesitarán encontrar más *púlsares* con precisión de milisegundos y comprobar que las alteraciones de sus señales están correlacionadas.

Para detectar y medir la radiación gravitatoria directamente desde la Tierra, existen varios proyectos en construcción: el Observatorio norteamericano de Ondas Gravitatorias mediante Interferometría Láser (*Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory*), conocido por proyecto *LIGO*, sus siglas en inglés, y liderado por los institutos Caltech (California) y MIT (Boston); y el proyecto europeo llamado *VIRGO* (que toma su nombre del cúmulo de galaxias de *Virgo*, donde esperan detectar *ondas gravitatorias*).

4.2. Historia del término

Detrás del término que da título a este capítulo, como en los de los capítulos anteriores, también hallamos una historia interesante. Aunque actualmente no tiene competencia como término genérico de un tipo de objetos (científicamente se identifican, como veremos, por iniciales de grupo y coordenadas), en los comienzos, la incertidumbre hizo concebir alternativas simpáticas.

4.2.1. Hombrecillos verdes

A finales de octubre de 1967 se registró un objeto que emitía con una extraordinaria regularidad. El resultado fue confirmado el 28 de noviembre. Hewish describió este período, en el que fueron conscientes de la naturaleza extraterrestre y estelar de las señales, como el más excitante de su vida.²⁰ Aquellas “débiles y espasmódicas señales de radio”, “que procedían de un cuerpo no mayor que un planeta situado relativamente cerca de nosotros entre las estrellas más próximas de nuestra galaxia”, “¿eran en realidad algún tipo de mensaje de otra civilización”?, recuerda Hewish²¹ que se preguntaron.

Un descubrimiento de este tipo es lo mejor que puede pasarle a un científico. Yo estaba absolutamente entusiasmado. Tuve mucha suerte, una buena parte de la investigación científica depende de descubrimientos casuales como, por ejemplo, el descubrimiento de los rayos X. Hay muchos descubrimientos de este tipo, pero, por supuesto, cuando un radioastrónomo detecta señales como éstas, para empezar no piensa que se trata de señales procedentes del espacio exterior.²²

Un radiotelescopio capta señales de procedencias muy distintas, del entorno industrial, de los automóviles, de cualquier aparato eléctrico. Para los radioastrónomos es, por tanto, difícil distinguir lo que es una señal auténtica del exterior de lo que lo es de origen humano, como cuenta Hewish:

Me llevó un tiempo llegar a creer que aquellas señales eran realmente de origen astronómico en el sentido de que procedían de más allá del Sistema Solar; hay muchas cosas en el espacio de las que no siempre tenemos noticia, como los satélites militares. Cuando empecé a medir el tiempo con exactitud me di cuenta de que el intervalo entre las pulsaciones era extraordinariamente preciso y de que cambiaba de manera sistemática. Este fenómeno podía deberse al movimiento orbital de la Tierra alrededor del Sol si las señales procedían realmente del espacio exterior. Fue entonces cuando empecé a pensar que debía tratarse

realmente de una señal astronómica, que no podía ser una interferencia artificial, porque su comportamiento no sería tan sistemático. La cuestión era qué cuerpo astronómico que pudiéramos concebir podía emitir señales de semejante naturaleza.²³

Hewish y sus colaboradores sabían que el objeto de donde procedían las señales era muy pequeño, incluso menor que un planeta, por la gran precisión de las pulsaciones que sólo duraban varias milésimas de segundo, lo que significaba que el objeto emisor debía ser muy pequeño.

Y ¿qué objeto podía ser un emisor de radio lo bastante pequeño como para producir señales como aquéllas?; debíamos tomar muy en serio la idea de que pudiera tratarse de inteligencia extraterrestre. ¿qué otra cosa podía producir aquello que no fuera algún tipo de ser inteligente? Podían ser faros de navegación en el espacio, sistemas para guiar naves extraterrestres en el espacio. Teníamos que pensar en todas las posibilidades²⁴.

Bell y Hewish pensaron al principio que podrían haber establecido contacto con una civilización extraterrestre de la galaxia dada la regularidad de la emisión. “En verdad -cuenta Stephen Hawking en su *Historia del Tiempo*-, recuerdo que, en el seminario en el que anunciaron su descubrimiento, denominaron a las primeras cuatro fuentes encontradas *LGM 1-4*, *LGM* refiriéndose a *Little Green Men* (*hombrecillos verdes*). Al final, sin embargo, ellos y el resto de científicos llegaron a la conclusión menos romántica de que estos objetos, a los que se le dio el nombre de pulsars [sic], eran de hecho estrellas de neutrones en rotación, que emitían pulsos de ondas de radio debido a una complicada interacción entre sus campos magnéticos y la materia de su alrededor”.²⁵

El 24 de febrero de 1968 la revista *Nature* publicó el primer artículo sobre estos objetos: “Observation of a Rapidly Pulsating Radio Source”, que firmaban A. Hewish, S.J. Bell, J.D.H. Pilkington, P.F. Scott y R.A. Collins. El resumen decía:

En el Observatorio de Radioastronomía Mullard se han registrado insólitas señales de fuentes de radio pulsantes. La radiación parece proceder de objetos que se encuentran en nuestra galaxia y puede estar asociada con oscilaciones de (estrellas) enanas blancas o estrellas de neutrones.²⁶

También se explicaba en este artículo:

La extraordinaria naturaleza de estas señales parecía sugerir al principio un origen vinculado a transmisiones artificiales que podrían surgir de sondas en el espacio profundo, de radares

planetarios o de la reflexión en la Luna de señales terrestres. Sin embargo, ninguna de estas interpretaciones puede ser aceptable debido a que la ausencia de cualquier paralaje muestra que la fuente se encuentra mucho más allá del sistema solar.²⁷

Por eliminación, llegaron a sugerir que las fuentes de las señales pulsantes eran *estrellas de neutrones* vibrantes y productos de la explosión de *supernovas*.

Algunos meses más tarde, Thomas Gold (n. 1920) propuso otra teoría, la cual suponía la existencia de un haz de luz que giraba procedente de una estrella de neutrones en rotación. En 1974, todo el mundo aceptaba este modelo de *faro* (*lighthouse*, en inglés) de la estrella de neutrones.²⁸

Para explicar su comportamiento fue necesario recurrir a la física de partículas:

En efecto, se supone que se trata de una estrella en rotación tan rápida que debe ser muy densa para no romperse en pedazos. Se estima su densidad en billones de toneladas por metro cúbico. Y la física de partículas dice que, para alcanzar tales densidades, tendría que tratarse de un núcleo de unos pocos kilómetros de diámetro y formado únicamente por neutrones. Las teorías de la física no se oponen a esta hipótesis. Los pulsars [sic] no fueron la tan anhelada evidencia de seres extraterrestres inteligentes, verdes o de otro color, pero sí han revelado la existencia de unos objetos extraordinarios de la naturaleza formados por una nueva forma de la materia.²⁹

Hawking también lo lamenta: el hecho de descartar a los hombrecillos verdes “fueron malas noticias para los escritores de westerns espaciales, pero muy esperanzadoras para el pequeño grupo de los que creíamos en agujeros negros en aquella época: fue la primera evidencia positiva de que las estrellas de neutrones existían.”³⁰

4.2.2. Término *periodístico*

Según el Diccionario de Oxford, un *púlsar* es una fuente cósmica de señales de radio que pulsa con gran regularidad a intervalos del orden de un segundo o menos y que -como se cree- es una estrella de neutrones que rota muy rápidamente.³¹ El término procede de acortar *estrella pulsante* en inglés: *pulsating star*, es decir *puls(ating st)ar*, de forma análoga a cómo se había hecho con *cuásar*.

La primera referencia escrita explicativa que recoge el Diccionario de Oxford data de 1968 y corresponde a un artículo del periódico inglés *The Daily Telegraph* del 5 de marzo 21/3, que dice:

Una clase completamente nueva de estrella ... apareció el 6 de agosto del pasado año y ... fue referido por los astrónomos como *LGM (Little Green Men)*, [Hombrecillos verdes]. Ahora se piensa que es un nuevo tipo entre enana blanca y estrella de neutrones. Es probable que se le dé el nombre de Púlsar (Estrella Pulsante). El Dr. A. Hewish me dijo: "Estoy seguro de que hoy todos los radiotelescopios están observando púlsares."³²

El número de *Nature* de 25 de mayo de 1968 informa, en un artículo firmado por F.G. Smith el 21 de mayo, de una conferencia sobre "Púlsares" en el Instituto Goddard de Estudios Espaciales de Nueva York.³³

Averiguamos por fuentes cercanas al Premio Nobel que a Hewish al principio no le gustaba el término *púlsar*. Sin embargo, cuando le interrogamos al respecto, Hewish lo negó:

No sé quién dijo que a mí no me gustaba el nombre de púlsar. En realidad pensé que era bastante bueno, pero desde luego no fui yo quien inventó este nombre. Según creo, el término fue utilizado por primera vez por el corresponsal científico del *Daily Telegraph* poco después de la publicación del descubrimiento en *Nature*. Se trata de Anthony Michaelis y actualmente edita una revista llamada *Interdisciplinary Science*.³⁴

El nuevo término, que siguió un acuñamiento similar al de *cuásar*, hacía referencia a los rápidos *pulsos* o impulsos de radio que emitían estos objetos.

Por el Prof. Malcolm Longair sabíamos que cuando Hewish y Bell hicieron el descubrimiento, los llamaron *pulsating radio sources*. El título del primer artículo que ellos y sus colegas radioastrónomos escribieron se tituló "Observation of a Rapidly Pulsating Radio Source". "En unos meses -cuenta Longair- ellos habían acertado la expresión hasta acuñar *púlsar*, igual que *cuásar*, aunque en el nuevo caso, el hecho de que la palabra *cuásar* ya existiera hacía que *púlsar* resultara una abreviatura natural".³⁵

En el caso del término *púlsar* podemos llegar a establecer una cronología que abarca un período de nueve meses, desde el descubrimiento de estos nuevos objetos hasta la acuñación y, simultáneamente, la aparición del término en un medio de comunicación.

- En julio de 1967 entró en operación el radiotelescopio de Hewish a cargo de Jocelyn Bell.
- El 6 de agosto de 1967 es la fecha del descubrimiento, según *The Daily Telegraph*.
- El 13 de agosto de 1967 se produjo el primer registro de la fuente, según el artículo de *Nature*.
- El 28 de noviembre de 1967 se confirmó el descubrimiento obteniendo la primera indicación de radiación pulsante y no de radiointerferencia, según la Enciclopedia Británica³⁶. Aún se referían a las nuevas fuentes con las siglas LGM, procedentes de *Little Green Men*. Se trataba de CP 1919.
- El 24 de febrero de 1968 se publica en *Nature* como *pulsating radio source*.
- El 5 de marzo de 1968, el término *púlsar*, con la grafía inglesa, aparece publicado por primera vez, en el periódico británico *The Daily Telegraph*, y así lo recoge el Diccionario de Oxford.

Este Diccionario proporciona algunas referencias más al uso posterior del término *púlsar* en medios de comunicación: el 26 de abril de 1968 aparece en la revista *Time* y el 19 de abril de 1969, en la revista *New Yorker*.

4.2.3. Catálogos de púlsares

Los primeros *púlsares* descubiertos en Cambridge fueron catalogados con las iniciales CP (de Cambridge y Púlsar) y a continuación su ascensión recta, por ejemplo: CP 1919, etc. Esta práctica fue seguida al poco tiempo por otros observatorios: JP para Jodrell Bank, HP para Harvard, MP para Molongo, NP para el Observatorio Nacional de Radioastronomía norteamericano y AP para Arecibo.

La designación PSR, correspondiente a las iniciales de *Pulsating Source of Radio* (Fuentes de Radio Pulsantes), fue utilizada por primera vez por los radioastrónomos Turtle y Vaughan en 1968, cuando anunciaron el descubrimiento de dos púlsares en el Hemisferio Sur, y adoptada unánimemente con objeto de unificar los diferentes catálogos.

Al principio se pensó que el uso de la ascensión recta y la declinación, como en PSR 0531+21 para el *Púlsar del Cangrejo*, proporcionaría una diferenciación suficiente por

muchos años. Sin embargo, de vez en cuando ha sido necesario dar la declinación en decenas de grados, como en *PSR 1913+167*. Los dos *púlsares* en el cúmulo globular *47 Tuc* están tan cercanos que han sido designados como *PSR 0021-72 A* y *B*.

Los radioastrónomos Manchester y Taylor publicaron catálogos completos en 1975 y en 1981, conteniendo este último 330 *púlsares*. En la actualización de marzo de 1989 había 450 entradas registradas.³⁷ Según la edición de 1994 del Diccionario Collins de Astronomía, ya se conocían unos 500 *púlsares* en radio.³⁸ En la actualidad se ha descubierto en nuestra galaxia unos 50 *púlsares binarios*³⁹ y unos 550 *púlsares* aislados. Un tipo especial de *púlsares binarios* son los *púlsares-milisegundos*, de período muy corto (inferior a 0,01 segundos), detectados en cúmulos globulares.

4.2.4. El Púlsar del Cangrejo

En 1731, un físico inglés y astrónomo aficionado llamado John Bevis observó una nebulosa que ocupó la primera posición en el catálogo compilado por Charles Messier en 1758, donde apareció como la nebulosa *M1*. El nombre de *Nebulosa del Cangrejo* se le dio unos cien años después, cuando los telescopios ópticos cada vez mejores revelaron su estructura tentacular⁴⁰.

M1 alberga a *PSR 0531+21*, el *púlsar* más joven conocido, pues la explosión supernova que probablemente dio origen a la estrella de neutrones que emite el *púlsar* se produjo en 1054, hace sólo unos mil años. Este *púlsar* emite 33 pulsos cada segundo y se retrasa lentamente a un ritmo de una millonésima por día. El ritmo lento y decreciente tanto de este *púlsar* como el de *Vela (PSR 0833-45)*, otro *púlsar* joven y ambos visibles con telescopios ópticos, es interrumpido de vez en cuando por los llamados *glitches* (espectaculares cambios temporales en el ritmo de rotación).

4.2.5. Problemas terminológicos

A continuación apuntamos algunos problemas terminológicos acerca de los *púlsares* y la astrofísica con ellos relacionada:

- Si el término en español debe llevar tilde o no (*púlsar* o *pulsar*) por las reglas de acentuación españolas. Como hemos visto, se utilizan ambas grafías.
- Si el plural del término español debe añadir el sufijo del plural acabado en “-es” propio de las palabras que terminan en consonante o simplemente en “-s”: *púlsares* o *pulsars*.
- Las *estrellas de neutrones* o *estrellas neutrón*.
- Se dice que “explosión de una supernova”, cuando el término supernova hace ya referencia a la explosión en sí, es un error, aunque no lo es necesariamente cuando se usa para enfatizar la explosión con respecto al resto de su evolución.
- No hay un criterio único en lo que respecta a las dos teorías de la *Relatividad* de Einstein. Si bien nosotros hemos optado aquí por la opción de designarlas como teoría de la *Relatividad Especial* y teoría de la *Relatividad General*, que da el *Vocabulario Científico y Técnico* de la Academia de Ciencias⁴¹, algunos expertos en el campo suelen utilizar otra variante. Así, el investigador del IAC Evencio Mediavilla, por ejemplo, se inclina por el uso de *teoría general* y *teoría especial de la Relatividad*, mientras que prefiere hablar de *Relatividad general* y *Relatividad especial* (cuando no les precede el término *teoría*).
- Si las ondas son *gravitatorias* o *gravitacionales*. En español, el término correcto es el primero, si bien suele utilizarse el segundo por su mayor semejanza con el inglés *gravitational*. Será la comunidad de usuarios la que determine sobre este punto. La evolución del castellano con respecto al latín nos demuestra que, a veces, si se comete un “error”, especialmente en el lenguaje escrito, con suficiente frecuencia, ese “error” puede llegar a ser “lo correcto”.

4.3. Repercusión en la prensa

Cuenta Jocelyn Bell Burnell en un artículo publicado en 1977 en *los Anales de la Academia de Ciencias de Nueva York*⁴² que realmente Hewish y ella no creyeron que hubieran detectado señales procedentes de otra civilización, “pero obviamente -señala- la idea había cruzado por nuestras cabezas y no teníamos pruebas de que fuera una emisión de radio completamente natural”⁴³. Y añade: “Es un problema interesante; si piensas que puedes haber detectado vida en algún lugar del Universo, ¿cómo anunciar los resultados responsablemente? ¿Quién lo dice primero? No resolvimos el problema esa tarde y me fui a casa esa noche de mal humor -ahí

estaba yo intentando doctorarme en una nueva técnica y unos tontos hombrecillos verdes habían elegido mi antena y mi frecuencia para comunicarse con nosotros".⁴⁴

En el artículo de *Nature* sí mencionaron que en algún momento pensaron que las señales podrían proceder de otra civilización. La prensa se interesó entonces y más aún cuando descubrieron que había una mujer implicada en la noticia, según relata la Dra. Bell-Burnell, quien recuerda con humor:

Me hicieron fotografías de pie en un banco, sentada en un banco, de pie en un banco fingiendo que examinaba documentos, sentada en un banco fingiendo que examinaba documentos: uno de ellos me hizo bajar corriendo hacia al banco agitando los brazos en el aire- ¡ Alegre esa cara, acaba de hacer un Descubrimiento! (¡ Arquímedes no sabe lo que se perdió!). Mientras tanto, los periodistas abordaban cuestiones importantes como que si yo era más alta o no tan alta como la Princesa Margarita (tenemos unas pintorescas unidades de medida en Gran Bretaña) y sobre cuántos novios tenía yo a la vez.⁴⁵

Copias de los artículos publicados en el periódico británico *The Daily Telegraph*, donde aparecía por primera vez el término *púlsar*, acuñado por el periodista científico Anthony Michaelis⁴⁶, nos fueron facilitados expresamente por su autor para este trabajo de tesis. Sus referencias eran:

- **MICHAELIS, Anthony.** "Space 'signals' may be from intelligent being". "Pulsating Star Traced", en *The Daily Telegraph*, 5/3/68. Ésta es la fuente recogida en el Diccionario de Oxford.

- **MICHAELIS, Anthony.** "World hunt for pulsars", en *The Daily Telegraph*, 30/12/68. Esta información finaliza con un paréntesis en el que el autor recuerda que fue él quien acuñó en ese mismo periódico el término *púlsar* para describir a las nuevas estrellas y que el Dr. Hewish había confirmado que ahora era el término generalmente aceptado para este tipo de objetos.

Entre 1976 y 1995, los *púlsares* aparecieron formando parte de los titulares de prensa de *El País* en 13 ocasiones:

- "Estrellas *pulsantes*: un fenómeno espectacular". *El País*, 18/8/78.
- "Descubierto un *púlsar* entre los restos de la supernova 1987A, cuya explosión se registró hace dos años". *El País*, 14/2/89.
- "Detección por primera vez de una estrella *pulsante*, un *pulsar*, entre los restos de la supernova 1987A". *El País*, 19/2/89.
- "El descubrimiento de un *pulsar* enfrenta a los astrónomos de EEUU y Europa". *El País*, 7/3/89.
- "La velocidad de un *pulsar* del Cangrejo forma un cataclismo similar a la explosión de un millón de bombas de hidrógeno". *El País*, 13/9/89.

- “Un *pulsar* extraño: nueva teoría sobre el objeto descubierto en el interior de la supernova”. *El País*, 29/10/89.
- “El *pulsar*, estrella de neutrones que rota rapidísimamente, descubierto en la supernova 1987A, no existe”. *El País*, 21/2/90.
- “Astrónomos europeos y americanos multiplican sus esfuerzos en la búsqueda del *pulsar* en la supernova”. *El País*, 18/4/90.
- “Perfil de Anthony Hewish. Premio Nobel de Física y descubridor de los *púlsares*”. *El País*, 3/10/90.
- “Descubierto el *púlsar* en la estrella supernova más conocida de los astrónomos”. *El País*, 24/10/90.
- “Alex Wolszczan cree identificar dos planetas alrededor de un pulsar muy distante”. *El País*, 6/11/91.
- “Wolszczan y Frail anuncian en *Nature* el descubrimiento de dos planetas, quizá tres, alrededor de un *pulsar*”. *El País*, 9/1/92.
- “Los recientes indicios de dos nuevos planetas en órbita de un *púlsar* desconciertan a los astrónomos”. *El País*, 15/1/92.
- “Los astrónomos estadounidenses Russell Hulse y Joseph Taylor, Premio Nobel de Física [por el descubrimiento de los *púlsares binarios*]”. *El País*, 14/10/93.
- “Un laboratorio celestial: Russell Hulse y Joseph Taylor, premios nobel de física 1993 [por el descubrimiento de los *púlsares binarios*]”. *El País*, 20/10/93.

En el suplemento “Futuro”, de *El País*, se publicaron sendas entrevistas con Anthony Hewish y Joseph Taylor, con motivo de su participación en el curso “Cosmosomas ...” de Santander ya mencionado. He aquí los titulares:

- “Joseph Taylor, astrofísico y premio Nobel de Física 1993: “En investigación hay que fiarse del olfato”. *El País* (“Futuro”), 4/9/96.
- “Anthony Hewish, descubridor de los *púlsares*: ‘Estuve preocupado por la posibilidad de inteligencia extraterrestre”. *El País* (“Futuro”), 4/9/96.

NOTAS

¹ Jocelyn Bell es hoy la Dra. Bell-Burnell, profesora de Física de la *Open University* del Reino Unido.

² Hoy, sir Antony Hewish.

³ Difracción es una ligera distorsión de la luz en el borde de un objeto

⁴ **WEBER, Robert L.** *Pioneers of Science. Nobel Prize Winners in Physics.* Editado por J.M.A. Lenihan. The Institute of Physics. Bristol y Londres, 1980. Págs. 235-236.

⁵ **HEWISH, Antony.** "Pulsars", en *Scientific American*, Vol. 219, octubre de 1968. Págs. 25-35.

⁶ También fue el primero que desarrolló el modelo teórico de los púlsares.

⁷ **GRIBBIN, John.** *Diccionario del Cosmos* (Companion to the Cosmos). Trad. por Javier García Sanz. Editorial Crítica (Grijalbo Mondadori). Barcelona, 1997 (e.o. 1996). Pág. 47.

⁸ **LYNE, A.G., y GRAHAM-SMITH, F.** *Pulsar Astronomy.* Cambridge University Press. Cambridge, 1990. Pág. 1. Presentaron su trabajo en una reunión de la *American Physical Society* en la Universidad de Stanford. El resumen de su charla fue publicado en el número de *Physical Review* del 15 de enero de 1934. (Fuente: **THORNE, Kip S.** *Agujeros negros y tiempo curvo. El escandaloso legado de Einstein.* (Black holes and time warps. Einstein's outrageous legacy). Trad. por Javier García Sanz. Presentación de Stephen Hawking. Crítica (Grijalbo Mondadori). Barcelona, 1995. (e.o. 1994). Pág. 160.

⁹ En *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Vol. 20, 1934. Págs. 259-263. Fuente: **GRIBBIN, op. cit.** Pág. 352.

¹⁰ Tycho Brahe las llamó *super novas* "por el hecho de que se trata de estrellas intrínsecamente mucho más luminosas que las 'nuevas' o 'novas' corrientes". **ABETTI, Giorgio.** *Historia de la Astronomía.* Trad. por Alejandro Rossi. Fondo de Cultura Económica (Breviarios 118). México-Buenos Aires, 1966, 2ª edición (e.o. 1949). Pág. 113.

¹¹ **SAGAN, Carl.** *Cosmos.* (Cosmos). Trad. por Miquel Muntaner i Pascual y M. del Mar Moya Tasis. Editorial Planeta. Barcelona, 1987, 3ª edición. Pág. 239.

¹² **HEWISH, "Pulsars", art. cit.** Págs. 25-35.

¹³ *Ibidem.*

¹⁴ La *ascensión recta*, coordenada celeste de un astro homóloga de la longitud terrestre, es la distancia angular entre el Punto Vernal (lugar en que se encuentra el Sol en el equinoccio de primavera) y el Meridiano Celeste del objeto considerado, medida sobre el Ecuador (su plano de referencia) en horas de 15 grados hacia el Este (en sentido antihorario). (**MARTOS RUBIO, Alberto.** *Historia de las Constelaciones. Un ensayo sobre su origen.* Tomo I. Equipo Sirius. Madrid, 1992. Pág. 67).

¹⁵ La *declinación*, coordenada celeste homóloga a la latitud terrestre, es la distancia angular, en grados, del Ecuador Celeste del astro y puede ser, convencionalmente, boreal, o positiva, y austral, o negativa. (*Ibidem*)

¹⁶ **WEISBERG, Joel M., TAYLOR, Joseph H., y FOWLER, Lee A.** "Ondas gravitatorias procedentes de un pulsar orbital", en *Investigación y Ciencia*. N. 63, diciembre de 1981. Págs. 18-27.

¹⁷ *Real Academia de Ciencias de Suecia.* Nota de prensa del 13 de octubre de 1993 sobre los Premios Nobel de Física de ese año.

¹⁸ **LYNE y GRAHAM-SMITH, op. cit.** Pág. 58. "Se habían descubierto unos cien púlsares antes de que se encontrara uno de un sistema binario. Ahora se conocen varios, pero el primero es tan importante que a menudo se refieren a él como *El Púlsar Binario* (por antonomasia)". Texto original en inglés: "Well over a hundred pulsars have been discovered before one was found to be a member of a binary system. Several are now known (...). but the first is so remarkable that it is often referred to as The Binary Pulsar."

¹⁹ Datos extraídos de **WEISBERG y otros, art. cit.** Págs. 18-27.

²⁰ **WEBER, op.cit.** Págs. 235-236.

²¹ **HEWISH, "Pulsars", art. cit.** Págs. 25-35.

²² Entrevista personal con Antony Hewish, durante el curso "Cosmosomas, enanas marrones, exoplanetas, púlsares binarios y otros descubrimientos astronómicos recientes", organizado por el IAC y la UIMP en Santander, del 26 al 30 de agosto de 1996.

²³ *Ibidem.*

²⁴ *Ibidem.*

²⁵ **HAWKING, Stephen W.** *Historia del tiempo. Del big bang a los agujeros negros.* (A brief history of time. From the Big Bang to Black Holes). Trad. por Miguel Ortuño. Introducción de Carl Sagan. Editorial Crítica. Barcelona, 1989 (e.o. 1988). Pág. 130.

²⁶ **HEWISH, A., BELL, S.J., PILKINGTON, J.D.H., SCOTT, P.F., y COLLINS, R.A.** "Observation of a Rapidly Pulsating Radio Source" en *Nature*, Vol. 217, 24 de Febrero, 1968. Pág. 709. Texto en inglés: "Unusual signals from pulsating radio sources have been recorded at the Mullard Radio Astronomy Observatory. The radiation seems to come from local objects within the galaxy, and may be associated with oscillations of white dwarf or neutron stars."

²⁷ *Ibidem.* Pág. 709. Texto en inglés: "The remarkable nature of these signals at first suggested an origin in terms of man-made transmissions which might arise from deep space probes, planetary radar or the reflexion of terrestrial signals from the Moon. None of these interpretations can, however, be accepted because the absence of any parallax shows that the source lies far outside the solar system."

²⁸ **WEBER, op. cit.** Págs. 235-236.

²⁹ *Enciclopedia Los Premios Nobel.* Ediciones Orbis. Barcelona, 1982. Vol. V (1967-1983). El Dr. Pedro Puigdoménech, en el capítulo "La investigación llevada a los límites del Universo", Pág. 117. Obsérvese cómo en este texto encontramos el plural *pulsars* y no *púlsares*, con acento, como debería ser conforme a las reglas de formación de plural y, en consecuencia, de acentuación de esdrújulas, en castellano.

³⁰ **HAWKING, op. cit.** Pág. 130.

³¹ *The Oxford English Dictionary.* Oxford Carendon Press. Oxford, 1989, 2ª edición. Texto en inglés: "A cosmic source of radio signals that pulsates with great regularity at intervals of the order of a second or less, and is believed to be a rapidly rotating neutron star."

³² *Ibidem.* Texto en inglés: "An entirely novel kind of star... came to light on Aug. 6 last year and... was referred to by astronomers as LGM (Little Green Men). Now... it is thought to be a novel type between a white dwarf and a neutron (sic). The name Pulsar

(Pulsating Star) is likely to be given to it... Dr. A. Hewish.. told me yesterday: ‘. I am sure that today every radio telescope is looking at the Pulsars”.

³³ SMITH, F.G. “New York Conference on Pulsars”, en *Nature*, Vol. 218, 25 de mayo de 1968. Pág. 720.

³⁴ Contactos personales con Antony Hewish.

³⁵ Entrevista personal con Malcolm Longair.

³⁶ *The New Encyclopaedia Britannica*. Universidad de Chicago. 1993, 15ª edición.

³⁷ LYNE y GRAHAM-SMITH, *op. cit.* Pág. 244.

³⁸ ILLINGWORTH, Valery (editora). *Dictionary of Astronomy*. Harper Collins Publishers. Glasgow, 1994.

³⁹ Según Joseph Taylor en el citado curso de la UIMP en Santander en 1996.

⁴⁰ LYNE y GRAHAM-SMITH, *op. cit.* Pág. 122.

⁴¹ *Vocabulario científico y técnico*, de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Espasa Calpe. Madrid, 1996, 3ª edición.

⁴² BELL BURNELL, S. Jocelyn. “Petit four”, en *Annals New York Academy of Sciences*. 302, 685 (Eight Texas Symposium), 1977. Págs. 685-689. Este artículo recoge un discurso pronunciado por Bell en una cena donde cuenta su papel en el descubrimiento de los púlsares y dice no estar decepcionada por no haber compartido con Hewish el Premio Nobel. Entre otras razones señala que estos premios se rebajarían si se dieran a estudiantes (salvo casos muy excepcionales, no el suyo) y que el supervisor de un doctorando es siempre el responsable final tanto del éxito como del fracaso de una investigación.

⁴³ *Ibidem*. Pág. 687. Texto en inglés: “... but obviously the idea had crossed our minds and we had no proof that it was an entirely natural radio emission”.

⁴⁴ *Ibidem*. Texto en inglés: “It is an interesting problem -if one thinks one may have detected life elsewhere in the universe how does one announce the results responsibly? Who does one tell first? We did not solve the problem that afternoon, and I went home that evening very cross -here was I trying to get a Ph. D. out of a new technique, and some silly lot of little green men had to choose my aerial and my frequency to communicate with us”.

⁴⁵ *Ibidem*. Pág. 688. Texto en inglés: “I had my photograph taken standing on a bank, sitting on a bank, standing on a bank examining bogus records, sitting on a bank examining bogus records: one of them even had me running down the bank waving my arms in the air -Look happy dear, you’ve just made a Discovery (Archimedes doesn’t know what he missed!) Meanwhile the journalists were asking relevant questions like was I taller than or not quite as tall as Princess Margaret (we have quaint units of measurement in Britain) and how many boyfriends did I have at a time?”

⁴⁶ El Dr. Anthony R. Michaelis es actualmente el editor de *Interdisciplinary Science Reviews* ISR.120

5. ENANAS MARRONES, el eslabón perdido

El término *enana marrón* causa extrañeza a quien lo escucha por primera vez. Desconcierta fuera del contexto científico, pero cuando se explica la naturaleza de este objeto, el oyente, en este caso, se interesa, a pesar de que el color no favorezca demasiado. Las *enanas marrones* son el eslabón perdido en la cadena de la evolución estelar: ni estrellas ni planetas (si bien más parecidos a los planetas), y quién sabe si materia oscura. Mucho más que un término nuevo, acertado o no. Como sucedió con los *agujeros negros*, la importancia científica reside en su propia concepción teórica y en la posterior comprobación de su existencia.

Sin embargo, el interés actual, científico y periodístico, por las *enanas marrones* no se debe tanto a la incorporación de una nueva especie en el "zoo cósmico", como al hecho de que el descubrimiento de la primera *enana marrón*¹ -*Teide 1*- y del primer *planeta extrasolar*² -*51 PegB*- se hayan producido casi simultáneamente. Desde 1995, los anuncios de nuevos planetas y nuevas *enanas marrones* se suceden en la prensa y, en algunos casos, con dudas importantes sobre si se trata de uno u otro objeto.

En cualquier caso, las noticias relacionadas con la existencia de posibles mundos fuera de nuestro Sistema Solar suelen estar siempre, por razones obvias, presentes en los medios de comunicación.

5.1. Divulgación científica

En el capítulo de los *agujeros negros* ya tratamos algunos aspectos de la evolución estelar, deteniéndonos especialmente en las últimas etapas en la vida de una estrella. Aquí insistiremos en las etapas anteriores, desde el nacimiento de un astro a partir de la materia interestelar, tal vez la fase menos conocida³. Buscamos situar así un nuevo tipo de objetos astronómicos que, al igual que los agujeros negros, han dejado de formularse como meras hipótesis científicas.

5.1.1. La formación de las estrellas

Sabemos que las estrellas se forman a partir de materia difusa del llamado *medio interestelar* porque los astrónomos han observado que las estrellas jóvenes aparecen agrupadas y se encuentran inmersas en nubes de gas y polvo.

Sin embargo, un parámetro fundamental -la densidad- diferencia a las estrellas del gas del medio interestelar. "Mientras que las estrellas -explica el astrofísico del IAC Luis Cuesta- son objetos extremadamente compactos (por ejemplo, la densidad media del Sol es aproximadamente 1,5 veces la del agua, con una masa de 2.000 cuatrillones de toneladas en un radio de 696.000 kilómetros, poco más de 109 veces el terrestre), las nubes de materia interestelar son muy tenues (la densidad, por ejemplo, de la *nebulosa de Orión*, al ser su radio de varios años luz, es 17 órdenes de magnitud inferior a la del agua, a pesar de contener del orden de miles a millones de masas como el Sol)."4.

Para formar una estrella es necesario, por tanto, que el material de la nube se condense. Pero según los astrónomos, en esta cuestión reside el gran punto de controversia actual en la evolución estelar:

Lo más sencillo sería que la atracción gravitatoria entre las partículas de la nube diese lugar a la contracción. Pero aquí tropezamos con un problema: las observaciones nos confirman que las nubes de material interestelar son estables y no existe en ellas un proceso de condensación global. Esto es porque la presión interna de la nube genera otra fuerza que se opone a la gravitatoria y que mantiene el equilibrio. Además, es un sistema realimentado; si, por cualquier motivo, la nube se contrae, el interior se calienta y aumenta la presión, con lo que se frena la contracción.⁵

También las llamadas ondas de densidad de los brazos espirales hacen que las nubes se compriman. Los últimos indicios apuntan a que son agentes externos (presión debida a los restos de las *supernovas*, por ejemplo) los que rompen el equilibrio y determinan que el gas se comprima y se condense. El proceso que se sigue a continuación de colapso y fragmentación de la nube es complejo. La nube no genera una única estrella de mil veces la masa del Sol, que sería lo esperable en principio, sino que se fragmenta en trozos más pequeños. El denso núcleo formado en el interior de cada uno de los fragmentos recibe el nombre de *protoestrella*. El

comienzo de las reacciones de fusión nuclear marca el nacimiento de una estrella propiamente, cuya evolución vendrá determinada por la masa inicial con que se forme. Pero hay veces que estas reacciones no se inician, cuando la masa del fragmento de nube es muy pequeña (75 veces la de Júpiter), frustrando la formación estelar. En su lugar surge otro tipo de objeto, llamado *enana marrón*, al que dedicamos este capítulo.

El proceso de formación estelar desde una nube a una estrella puede durar entre 100.000 y varios millones de años (para el Sol se estima en unos 30 millones de años). En este proceso se puede formar, además del núcleo estelar, un disco circunestelar que posiblemente sea el precursor de un futuro sistema planetario. El planeta se forma porque un resto de nube fragmentada y colapsada (*el planetesimal*) comienza a atraer el polvo y el gas del disco protoplanetario. Vemos, por tanto, que *planetas y enanas marrones* no se forman igual, si bien como objetos subestelares podrían llegar a confundirse en tamaño y masa.

5.1.2. El diagrama Hertzsprung-Russell

El llamado *diagrama de Hertzsprung-Russell (diagrama H-R)*⁶ es una representación gráfica de la temperatura o color de cada estrella frente a su brillo o magnitud absoluta. La posición de una estrella en este diagrama depende de su masa y de su edad, de modo que la distribución de las estrellas en el diagrama permite saber cómo evolucionan e inferir su estado evolutivo.

Esta representación de la evolución estelar fue ideada por dos astrónomos casi simultáneamente y de forma independiente (de ahí que el diagrama lleve el nombre de los dos): el danés Ejnar Hertzsprung⁷ (1873-1967), quien publicó su versión en 1911, y el estadounidense Henry Norris Russell (1877-1957), quien publicó la suya dos años después.

Estos astrónomos calcularon la luminosidad y la temperatura para un gran número de estrellas en torno al Sol cuya distancia era conocida. Representaron los resultados obtenidos en un diagrama cartesiano en el que se enfrentan los parámetros de luminosidad y temperatura, de tal manera que la temperatura (en el eje de abscisas)

aumenta hacia la izquierda, y la luminosidad (en el eje de ordenadas) aumenta hacia la zona superior.

Al representar en el diagrama los datos obtenidos, se encontraron con un hecho curioso: prácticamente todas las estrellas se situaban sobre una línea que se disponía de forma diagonal, a la que se denominó *secuencia principal*. En esta etapa, algunas estrellas pueden permanecer miles de millones de años (el Sol se mantendrá unos 10.000 millones de años).

Al margen de la *secuencia principal*, aparecen una serie de estrellas situadas en el extremo inferior izquierdo del diagrama, las *enanas blancas*, y otras situadas en el extremo superior derecho, las *gigantes rojas*. "Todas las estrellas que tienen la misma temperatura y emiten la misma energía tienen el mismo tamaño. Y el color de una estrella está relacionado con su temperatura. Una estrella con una temperatura superficial del orden de 3.000 ó 4.000 grados, una temperatura pequeña para una estrella, emite básicamente en el rojo. Cuando la temperatura aumenta hasta los 5.000 grados, que es aproximadamente la temperatura del Sol, emite en el amarillo y, a medida que aumenta la temperatura, el color se va acercando al blanco y al azul", explicaba en un curso de divulgación⁸ Clara Régulo, investigadora del IAC y profesora de la Universidad de La Laguna.

Los colores de las estrellas corresponden, de izquierda a derecha en el diagrama H-R, a la secuencia O B A F G K M⁹ en la clasificación desarrollada por la astrónoma Annie Jump Cannon (1863-1941), compiladora del catálogo de estrellas *Henry Draper*.

5.1.3. Entre estrellas y planetas

Intuyendo la importancia de estos objetos, el Instituto de Astrofísica de Canarias aprobó en 1994 un proyecto de búsqueda de *enanas marrones* y planetas extrasolares, cuyo primer gran éxito fue el descubrimiento, en 1995, de la *enana marrón Teide 1* en el cúmulo de las *Pléyades*. Con un rango de masa insuficiente para iniciar la fusión de hidrógeno a helio, se trata de un objeto intermedio entre las estrellas y los planetas y, por tanto, de una verdadera *enana marrón*.

Según los astrónomos, probablemente la diferencia entre un planeta gigante, como Júpiter, y la *enana marrón* más pequeña posible sea sólo semántica, no física. La diferencia real podría encontrarse en su mecanismo de formación. Si bien los planetas nacen dentro de un sistema planetario en torno a una estrella¹⁰, las *enanas marrones* también pueden hacerlo individualmente, como consecuencia de la fragmentación de una nube molecular en el medio interestelar.

La evolución de estos objetos astrofísicos, como la de tantos otros en el Universo, depende de la masa inicial con que se formen. Son objetos tan fríos y se enfrían tan rápidamente que apenas emiten radiación en la zona óptica del espectro electromagnético (por tanto, difícilmente observables en este rango); sin embargo, podemos detectar su radiación infrarroja. De algunos objetos como el descubierto por investigadores del IAC, *G196-31B*, se han obtenido imágenes con telescopios ópticos desde los Observatorios de Canarias.

Su color no es, por tanto, un capricho taxonómico, sino que de acuerdo con su tamaño y luminosidad, las *enanas marrones* completan toda una gama cromática que va de las *supergigantes azules* a los *agujeros negros*¹¹. Pero es importante dejar claro que las *enanas marrones* no son "estrellas", porque no cumplen el requisito indispensable para pertenecer a esta categoría: no queman hidrógeno en sus interiores nucleares. De ahí que sea un error referirse a ellas como *estrellas enanas marrones*.

5.1.4. El descubrimiento de Teide 1

Teide 1: "ser o no ser". Ya no es un dilema. Sobre todo desde que sus descubridores - investigadores del IAC- la sometieron en noviembre de 1995 a la prueba del litio con el Telescopio "Keck" de Hawai¹², convirtiéndola en la primera *enana marrón* reconocida como tal.

Es un objeto que con su nombre rinde homenaje al Observatorio del Teide, desde donde fue observado por primera vez en enero de 1994, con el telescopio español "IAC-80" (el 1 que se añade a *Teide* indica que se trata de la primera de una serie, dejando abierta la puerta a posibles *Teide 2*¹³, *Teide 3*,...). Es igualmente una

merecida recompensa para los astrofísicos que la descubrieron: Rafael Rebolo, el responsable español del *Experimento de Tenerife*, con el que se localizaban en 1994, como veremos, los primeros *cosmosomas* del Universo; Eduardo Martín, con una tesis relacionada con la "prueba del litio" para *enanas marrones* y un experto en la resucitada búsqueda de planetas; y María Rosa Zapatero Osorio, cuya tesis doctoral sobre la búsqueda de *enanas marrones* en las *Pléyades*, donde se encuentra *Teide 1*, sirve de referencia obligada en el campo de la evolución estelar.

La masa de *Teide 1* es 55 veces la de Júpiter. Su edad, entre 70 y 120 millones de años. Su temperatura, de 2.600K, y su luminosidad, 1.500 veces inferior a la del Sol. Tras ella, los investigadores del IAC han descubierto varias docenas más de *enanas marrones* (la ya mencionada *G196-31B* fue en su día el objeto menos masivo "fotografiado" hasta la fecha fuera del Sistema Solar y su descubrimiento fue publicado por la revista *Science* el 13 de noviembre de 1998).

Las *enanas marrones* son más frecuentes de lo que se esperaba y se especula si en este tipo de objetos se encuentra la masa que según algunas teorías falta en nuestra galaxia y, por extensión, en el Universo. Rafael Rebolo opina que si bien las *enanas marrones* parecen ser muy numerosas en el Universo, ellas solas no resuelven el problema de la materia oscura, cuestión que abordaremos en el siguiente capítulo. Aún así, ésta es una incógnita que sólo los grandes telescopios del futuro podrán despejar.

La prueba del litio

La detección del litio es hasta ahora la única prueba conocida -propuesta hace unos años por Rafael Rebolo, Eduardo Martín y Antonio Magazzú, los tres investigadores del IAC por entonces- que puede confirmar que las *enanas marrones* son tales, es decir, objetos subestelares. La razón es aparentemente sencilla: el litio es un elemento químico ligero que se destruye con facilidad en el interior de las estrellas, debido a las altas temperaturas que se alcanzan y a las reacciones nucleares que tienen lugar. Así, nuestro Sol, por ejemplo, ha destruido casi todo su litio. La presencia de este elemento en la atmósfera de un cuerpo cósmico significa que la temperatura en su interior ha de ser baja y, por tanto, que se trata de una candidata a *enana*

marrón. Por cada mil millones de átomos de hidrógeno en una *enana marrón* debería haber 1 átomo de litio (cantidad con la que las estrellas se forman actualmente).

5.2. Historia del término

Las *enanas marrones*, que son objetos cuasi estelares, bien podrían haberse llamado *cuásares* o *asteroides*, más merecidamente quizá que los objetos que hoy ostentan respectivamente estos nombres. Los *cuásares*, de naturaleza muy distinta a las *enanas marrones*, tuvieron el privilegio de descubrirse unos años antes, mientras que *asteroides* fue un término acuñado, como vimos, más de un siglo antes por William Herschel.

El término *brown dwarf*, de donde procede la traducción literal *enana marrón*, fue acuñado en 1975 por la astrónoma estadounidense Jill Tarter, quien necesitaba una palabra nueva para referirse en su tesis doctoral a unos objetos que podrían proporcionar una contribución significativa a la "masa perdida" en la galaxia y fuera de ella. Tres años después el término apareció escrito en un artículo científico (al menos, en el título: "Brown and Black Dwarfs: their Structure, Evolution and Contribution to the Missing Mass"), de D.J. Stevenson, formando parte de los *Proceedings* de una reunión científica en Australia¹⁴.

El objeto cósmico que este término denota se ubica, y de ahí su nombre, entre las *enanas rojas* y las *estrellas negras* (*enanas blancas* que ya no irradian en el visible) en el *diagrama Hertzsprung-Russell*.

5.2.1. Marrón no es un color¹⁵

Si bien los primeros modelos teóricos sobre estos objetos fueron desarrollados en los años 60 -conceptualmente fueron concebidos por S.S. Kumar en 1963- "el término

enana marrón mismo se inventó en los 70", como recogen las actas de una reunión que tuvo lugar en 1985 en la Universidad George Mason de Fairfax (Virginia, EEUU), bajo el título *Astrophysics of Brown Dwarfs* (Astrofísica de las Enanas Marrones)¹⁶. En esta edición encontramos una comunicación titulada "An historical perspective: brown is not a color" (Una perspectiva histórica: marrón no es un color), firmado por Jill C. Tarter, del Departamento de Astronomía de la Universidad de California en Berkeley y del Instituto SETI (siglas en inglés de Búsqueda de Señales Inteligentes Extraterrestres).

En su artículo, Tarter se presenta como la inventora del término *brown dwarf* (que en el texto aparece denotado por sus iniciales BD y que se traduce literalmente como *enana marrón*). Esta astrónoma cuenta que en 1973 empezó a trabajar con el Prof. Joseph Silk en una tesis sobre *enanas marrones*, objetos que doce años después interesaban a toda la comunidad astronómica. Y así dice:

A lo largo [de este artículo], espero defender el término que acuñé y convencerles de que tales hipotéticos objetos, que definitivamente no son de naturaleza estelar, pueden no estar relacionados con los planetas gaseosos gigantes y cuyos espectros de gran emisión son imposibles de predecir, deberían designarse con un nombre que no fuera un color¹⁷.

Tarter se doctoró en 1975, por la Universidad de California en Berkeley, con una tesis cuyo cuarto capítulo se titulaba "Brown Dwarf Stars and How They Grew Old" (Las estrellas *enanas marrones* y su envejecimiento). Como ella misma apunta en el artículo: "Esto marca el primer uso escrito del término *brown dwarf* y derivó de una conversación entre Joe Silk y yo en la biblioteca del quinto piso del Campbell Hall poco después de intentar responder a la pregunta que Joe había planteado"¹⁸. A saber, esta cuestión era si había límites observacionales que pudieran establecerse a la hipótesis de que la "masa perdida" en el Cúmulo de Coma podía explicarse con la existencia de muchas estrellas demasiado pequeñas para quemar el hidrógeno y por tanto demasiado débiles para ser observadas. Tarter explica:

Los términos *enana blanca*, *enana roja* y *enana negra* ya existían todos ellos en el vocabulario astronómico. Pero se referían específicamente a los productos finales de la evolución de estrellas de baja masa, a las estrellas de baja masa de la secuencia principal y a los productos finales de *enanas blancas* enfriadas con un peso molecular medio característico de miles de millones de años de nucleosíntesis. Era obvio que necesitábamos un color para describir estas *enanas* que estaban entre el rojo y el negro. Yo propuse el *marrón* y Joe objetó que *marrón* no era un color. Como quiera que yo comprendí que las

inadecuaciones de las tablas de opacidad existentes y códigos numéricos nos impedirían derivar una temperatura de color significativa para estos objetos, marrón, un no-color, me pareció que se ajustaba exactamente a nuestras necesidades.¹⁹

Para entender esta discusión sobre si *marrón* es o no un color, recordemos que en inglés el término *brown* también significa "moreno" y así deberíamos haberlo traducido en el párrafo anterior. Sin embargo, hemos optado por *marrón* dado lo extendido de su uso actual como apelativo de este nuevo tipo de objetos astronómicos. Aun así, señalemos que hay quien se ha mantenido fiel al sentido original de *brown*, como el Prof. Eduardo Battaner. Este físico teórico prefiere llamar a estos objetos, en castellano, *enanas morenas* y así se refiere a ellos en su libro *Fluidos Cósmicos*:

No todas las estrellas tienen igual masa pero sus valores están considerablemente limitados. Por encima de unas 60 masas solares, la producción de energía sería excesiva y la estrella sería inestable. Por debajo de unas 0,1 masas solares, la estrella no llegaría a producir reacciones nucleares. De todas formas, estas estrellas de tan poca masa, o *enanas morenas*, pueden tener una contribución a la masa de la galaxia aunque apenas puedan verse.²⁰

Las observaciones más recientes han permitido incluso la observación de *enanas morenas*. Estas enanas son tan pequeñas que no llegan a producir reacciones nucleares y brillan como consecuencia de la liberación de la energía ganada en la contracción.²¹

En abril de 1995 nos pusimos en contacto con Jill Tarter, quien actualmente es directora del proyecto PHOENIX, en el Instituto SETI de California. Amablemente (y manifestando su sorpresa por que le preguntáramos por acontecimientos de hacía 25 años) nos contestó por carta en septiembre de ese año y de nuevo nos respondió a unas preguntas en febrero de 1996. (También nos envió una viñeta cómica sobre las *enanas marrones*).

"Quería evitar usar el término *estrella* -nos explica Tarter en su carta-, dado que eso implicaba una configuración estable de fusión del hidrógeno"²². Buscando dónde podían encajar estos objetos en un diagrama H-R, pensaron que sería algún lugar *entre* el dominio de las *enanas rojas* y las *negras*. "Yo sugerí -continúa- que *marrón* estaba *entre* el rojo y el negro y que justo encajaba. Más tarde, me di cuenta de que *marrón* no era en verdad un color, pero que resultaba realmente apropiado puesto que nuestro conocimiento de las opacidades para tales atmósferas de baja temperatura era demasiado impreciso (podría ser todavía así) como para ser capaz

de producir un espectro y predecir un color para cada uno de ellos en la escala"²³. Y añade: "Como era una estudiante egocéntrica, ignorante de la reverencia apropiada a la nomenclatura que se había publicado previamente, utilicé *enana marrón* en mi tesis y continué haciéndolo cuando empecé mi carrera profesional"²⁴.

Tarter usó el término en la solicitud de una beca posdoctoral en el Centro de Investigación Ames, para trabajar en el proyecto espacial SIRTf, de la NASA, lo que contribuiría a la implantación definitiva de *enanas marrones*. "Sospecho -concluye Tarter- que fue este inmediato salto del uso del término de la Universidad a la NASA lo que lo hizo introducirse en la corriente principal para gran consternación de los que propusieron los términos publicados previamente"²⁵, es decir, *enanas negras*, *enanas rojas*, *estrellas liliputienses*, *estrellas infrarrojas* o *superjúpiter*s.

5.2.2. Propuestas alternativas

El término *enana marrón* tuvo que competir con otras propuestas más o menos apropiadas. En 1976, M.E. Bailey se refería en un artículo en *Nature* a estos *cuerpos invisibles*²⁶, aunque sin nombrarlos propiamente.

En el artículo que mencionábamos anteriormente de Jill Tarter, esta astrónoma dedicaba el último apartado al término y titulaba el epígrafe: "¿Qué pasa con el nombre?".

Con respecto a esta última cuestión, ya he explicado cómo se adoptó originalmente *enana marrón*, y he mantenido constantemente su uso a lo largo de este artículo. Eso no quiere decir que no haya habido otros nombres sugeridos a lo largo de los años, algunos de ellos muy acertados... Estoy convencida de que el no-color marrón describe de la forma más apta esos cuerpos de existencia cuestionable, cuya formación probablemente tenga que ver con un proceso de fragmentación, y no con la existencia de un sistema planetario, cuyas opacidades son desconocidas y cuya apariencia es, por consiguiente, impredecible. Si la sugerencia de aerosol resulta ser correcta, entonces al final una *enana marrón* puede incluso parecer marrón, con lo cual quiero decir similar a las imágenes coloreadas de la atmósfera de Júpiter como las que proporcionaron los datos de la sonda Voyager elaborados por los genios de la reproducción del JPL (Jet Propulsion Laboratory). Y para finalizar, creo que será esta reunión de trabajo la que cerrará la cuestión del nombre. ¡Si tuviéramos que cambiar el nombre del objeto, tendríamos que cambiar el nombre de esta reunión y el título de este libro de actas!²⁷

Toda esta búsqueda en torno a quién acuñó el término responde a la ausencia de referencias debido a que se trata de un término relativamente reciente. Por ello, no lo encontramos en el Diccionario de Oxford. Presuponemos que será incluido en la tercera edición actualizada de este diccionario. Sí encontramos, en cambio, las referencias al término *estrella enana*²⁸, que se acuñó en 1912 por oposición a *estrella gigante*, que existió previamente. Obsérvese que en el caso de *enana blanca* desaparece el término *estrella* y se sustantiva el adjetivo *enana*; es el cadáver de una estrella, lo que nunca será una *enana marrón*.

Estrella liliputiense

En inglés, *Lillipution Star*. Este término fue propuesto en 1958 por Harlow Shapley (1885-1972), en el libro *Of Stars and Men* (Sobre las Estrellas y los Hombres). Además de no ser estrellas (no queman hidrógeno), Tarter nos dice de él en su carta: “demasiado cursi para mi gusto y demasiado difícil de pronunciar y escribir por toda la tesis”²⁹.

Enana negra

En inglés, *Black Dwarf*. Este término fue el utilizado en 1963 por S.S. Kumar en un artículo publicado en *The Astrophysical Journal*, según Tarter, quien señala que éste es justamente el estado final de una *enana blanca* ya fría.

Estrella infrarroja

En inglés, *Infrared Star*. Utilizado en 1975 por K. Davidson en la revista *Icarus*. “Es un término -explica Tarter en su carta- que hace referencia a las características de la detección, no a la naturaleza física de los objetos”³⁰. Además, es demasiado predictivo: implica que son observables sólo en el infrarrojo, mientras que pueden ser jóvenes y calientes o viejas y muy frías. Y añade, “las *enanas marrones* jóvenes son lo suficientemente calientes para ser visibles en las longitudes de onda ópticas”³¹.

Júpiter y Super-Júpiter

Según Tarter, lo utilizan muchos autores, por ejemplo H. Karimabadi y L. Blitz en un artículo publicado en *The Astrophysical Journal* en 1984. También se reserva este término para un tipo de objeto como el descubierto por investigadores del IAC en torno a la estrella G196-31. El problema en castellano surge al hacer el plural, que exige la terminación en -es (*júpiteres* y *superjúpiteres*).

Enana roja extrema

En inglés, *Extreme Red Dwarf* o simplemente *Red Dwarf*. Expresión utilizada por algunos autores, pero que está más relacionada, según Tarter³², con una estrella normal cercana a la secuencia principal de baja masa al final de la edad cero.

Objeto subestelar

En inglés, *Sub-stellar Object*. Utilizado en 1980 por Reynolds y sus colaboradores en la revista *Icarus*. El problema es que se utiliza de forma genérica y también puede aplicarse a planetas.

Enana de litio

En inglés, *Lithium Dwarfs*. Éste es un término reciente, acuñado por Geoffrey Marcy y sus colaboradores en un artículo publicado en 1996 en *The Astrophysical Journal*³³ y relacionado con la búsqueda de litio en estos objetos.

Además existen todas las variantes iberoamericanas: *enanas café*, *enanas mulatinhas*, *enanas pardas* y las ya mencionadas *enanas morenas*.

5.2.3. Teide 1, Calar 3, Roque 25,...

El criterio adoptado inicialmente por algunos investigadores para nombrar a las candidatas a *enanas marrones* consistía en utilizar -como vimos en el caso de *Teide 1*- el nombre del observatorio desde donde se había detectado por primera vez, seguido de su número en la serie de observación y la constelación o asterismo donde se localizaba. Así *Teide 1* resulta de acortar *Teide Pleiades 1* (por ser el primer objeto

subestelar detectado desde el *Observatorio del Teide*, en el cúmulo de las *Pléyades*), nombre con el que apareció publicado en el artículo de la revista *Nature*.

Posteriormente, *Teide 1* ha recibido otros nombres. En la Base de Datos Astronómicos SIMBAD aparece como *Cl Melotte 22 Teide Pleiades 1* y la Unión Astronómica Internacional lo ha bautizado *TPL J034718+2422.5*³⁴, siguiendo las reglas de nomenclatura para fuentes de radiación astronómica fuera del Sistema Solar: las siglas *TPL* del catálogo correspondiente, que en este caso proceden de las iniciales de *Teide* y *Pléyades*, seguidas de las coordenadas referidas al Equinoccio 2000 (representado por J).

El resto de las *enanas marrones* descubiertas en el cúmulo de las *Pléyades* por investigadores del IAC siguieron el mismo modelo que *Teide 1*: *Teide 2*, *Calar 3*, *Roque 25*, ..., nombre abreviado que conservan, junto al oficial establecido por la IAU. En otros casos, como objetos subestelares, las *enanas marrones* son conocidas por el nombre de la estrella alrededor de la cual giran, seguido de una "B" o de un número, como *G196-31B*. A veces, incluso, son bautizadas con las iniciales de sus descubridores, como en el caso de *HHJ 3* (de Hambly, Hawkins y Jameson), también en el cúmulo de las *Pléyades*.

5.2.4. Problemas terminológicos

Aparte de las observaciones ya apuntadas, no encontramos mayores problemas terminológicos, al menos lingüísticos, sobre el término *enana marrón*.

5.3. Repercusión en la prensa

En diciembre de 1984, la prensa internacional anunciaba en titulares el descubrimiento del primer planeta fuera de nuestro Sistema Solar, refiriéndose a un objeto alrededor de una estrella llamada *Van Biesbroeck 8-B*, en la constelación de *Ofiuco*. El nombre asignado al objeto fue entonces *Van Biesbroeck 8-B (VB 8B)*. Veamos uno de estos titulares:

- "U.S. Astronomers Report Discovery of First 'Planet' Outside Solar System" (Astrónomos estadounidenses informan del descubrimiento del primer 'planeta' fuera del Sistema Solar). *Herald Tribune*, 12/12/84.

A pesar de la contundencia de este titular, en el texto de la información se advertía de las dudas que los astrónomos se planteaban acerca de la naturaleza de este objeto, el cual podría ser una *enana marrón* (hoy sabemos que el primer *planeta extrasolar* y la primera *enana marrón* sobre los que hay pruebas suficientes son los objetos *51 PegB* y *Teide 1*, respectivamente, los cuales no fueron descubiertos hasta 1995).

El diario *El País* recogía una información del *New York Times* firmada por John Noble Wilford y titulada:

- "El objeto encontrado fuera del sistema solar podría no ser un planeta". *El País*, 14/12/84.

El texto que explicaba el titular de esta noticia decía:

Otros astrónomos, sin embargo, han señalado que el objeto tiene demasiada masa y es demasiado caliente como para que se pueda considerar un planeta en el sentido habitual del término. Sería, en este caso, la primera prueba de la existencia de una nueva clase de objetos estelares, las *enanas marrones*, que se supone son demasiado pequeñas como para que comience la reacción nuclear y pasen a ser estrellas.³⁵

La revista *Time*, por su parte, también planteaba estas dudas ya en el mismo titular:

- "Planet or Star?". *Time*, 24/12/84.

Y comenzaba el artículo:

¿Es un planeta o una estrella? ¿O podría ser una *enana marrón*? Estas cuestiones se estaban debatiendo la semana pasada en el rarificado mundo de la astronomía, después de que un equipo de la Universidad Arizona anunciara la observación de un planeta fuera del sistema solar³⁶.

Como también se decía en este artículo, el tema iba más allá de la mera cuestión semántica.

El término *enanas marrones* aparece por primera vez en un titular de *El País* en 1985, asociado a la materia oscura, que también empezaba a ser actualidad informativa. Posteriormente este periódico emplea la variante hispanoamericana de *enanas pardas* en un titular de 1989. A continuación destacamos los titulares de *El País* durante el período 1976-1995, en el que el término *enana marrón* aparece 10 veces:

- “Las ‘*enanas marrones*’, clave del misterio sobre la masa que falta en el Universo”. *El País*, 18/1/85.
- “Las huidizas ‘*enanas pardas*’”. *El País*, 25/6/89.
- “Álvaro de Rújula explica en Madrid 2 experimentos para detectar las *enanas marrones* alrededor de la Vía Láctea”. *El País*, 1/5/91.
- “Descubierta una ‘*enana marrón*’ en el Astrofísico de Canarias”. *El País*, 8/7/92.
- “Investigadores de Saclay (Francia) detectan *enanas marrones* en la Vía Láctea”. *El País*, 22/9/93.
- Circuito científico: “*Enanas marrones* y la barra de la galaxia”. *El País*, 16/11/94.
- “El supertelescopio Keck descubre la primera estrella *enana marrón*”. *El País*, 15/6/95.
- “Astrofísicos españoles encuentran una *enana marrón* en la Vía Láctea”. *El País*, 14/9/95.
- “Dos fotos terminan con las dudas acerca de la existencia de *enanas marrones*”. *El País*, 6/12/95.

Seguramente se dieron casos anteriores, pero creemos que, en Canarias, la primera vez que apareció el término *enana marrón* fue a raíz de un artículo en la revista *IAC Noticias*. En concreto, en el número 18, correspondiente al mes de enero de 1991, se anunciaba en la primera página la detección de una posible *enana marrón* en la constelación del *Toro*, información que continuaba en la página 3. También era la primera vez que esta revista abordaba un tema relacionado con *enanas marrones*.

Pero el año en que estos objetos del Universo ocuparon más páginas de periódicos fue 1992, coincidiendo y compitiendo con la información relacionada con la Expo de Sevilla. Fue un redactor de la *Agencia EFE* en Tenerife quien elaboró una información a partir de un artículo del astrofísico Eduardo L. Martín titulado “Una posible *enana marrón* en el cúmulo joven *a Persei*” y publicado en el número 1-1992 de *IAC Noticias*. Se trataba de una candidata en la constelación de *Perseo* que investigadores del IAC estaban estudiando. Esta vez, tras el comunicado de la agencia, la repercusión fue inmediata en los medios de Canarias y en el resto. Las

primeras *enanas marrones* aparecen el 7 de julio de 1992 en todos los periódicos de las Islas y en muchos de la Península. He aquí los titulares de ese día y sucesivos:

- "El IAC descubre una 'enana marrón'" (primera página). "[Se trata de un astro de temperatura y luminosidad muy bajas] Investigadores del Instituto Astrofísico descubren una "enana marrón" en la Constelación de Perseo". *El Día*, 7/7/92.
- "[Tras una búsqueda sistemática] Descubierta una posible estrella 'enana marrón'". *Diario de Avisos*, 7/7/92.
- "El IAC descubre que la masa de la galaxia es mayor que la evaluada". *La Gaceta de Canarias*, 7/7/92.
- "Los astrónomos del IAC han descubierto una "enana marrón". *Jornada*, 7/7/92.
- "Astrofísicos del IAC descubren una 'enana marrón' en la constelación de Perseo". *La Provincia*, 7/7/92.
- "El Astrofísico de Canarias descubre una 'enana marrón'". *Canarias 7*, 7/7/92.
- "Astrofísicos de Canarias descubren una *enana marrón* en la constelación de Perseo". *El Comercio*, 7/7/92
- "Astrofísicos de Canarias descubren la 'Enana marrón' en la constelación de Perseo". *Diario de Pontevedra*, 7/7/92.
- "Descubren una 'estrella enana' desde Canarias". *Levante*, 7/8/92.
- "Descubierta una 'enana marrón' en el Astrofísico de Canarias". *El País*, 8/7/92 [ya citado].
- "Descubierta una nueva 'enana marrón'". *La Gaceta de los Negocios*, 8/7/92.
- "Científicos del IAC descubren un nuevo objeto celeste [Se trata de una 'enana marrón' de baja temperatura y luminosidad]". *Diario de las Palmas*, 14/7/92.
- "El Astrofísico de Canarias descubre un cuerpo estelar". *El Periódico de Catalunya*, 16/7/92.

Las *enanas marrones* se multiplicaron por cinco, y el 4 de agosto encontrábamos los siguientes titulares:

- "El IAC descubre 'enanas marrones' en tres constelaciones distintas". *Jornada*, 4/8/92.
- "[En las constelaciones del Toro, Alfa Perseo y Pléyades] Astrónomos del IAC han descubierto cinco 'enanas marrones'". *Diario de Avisos*, 4/8/92.
- "Astrónomos del IAC descubren cinco 'enanas marrones'". *La Gaceta de Canarias*, 4/8/92.
- "Astrónomos del Instituto Astrofísico descubren cinco posibles 'enanas marrones'. [Han sido identificadas en las constelaciones del Toro, Alfa Perseo y Pléyades]". *La Provincia*, 4/8/92.

- “[En distintas constelaciones del Universo] El Astrofísico de La Palma descubre 5 ‘*enanas marrones*’”. *Canarias* 7, 4/8/92.
- “Astrónomos del Instituto Astrofísico de Canarias descubren cinco posibles ‘*enanas marrones*’”. *El Comercio*, 4/8/92.
- “Astrónomos de Canarias descubren cinco ‘*enanas marrones*’”. *El Norte de Castilla*, 4/8/92.
- “Astrònoms de Canàies han descobert cinc nanes marrons”. *Diario de Lérida*, 4/8/92.
- “[Astrónomos del Instituto Astrofísico de Canarias] Se han descubierto cinco posibles *enanas marrones*” en varias constelaciones”. *La Rioja*, 4/8/95.
- “Descubiertas cinco estrellas *enanas marrones*”. *El Periódico de Catalunya*, 4/8/92
- “Astrónomos del Instituto Astrofísico de Canarias (IAC) han descubierto cinco posibles ‘*enanas marrones*’ ... ” (Breve). *Abc*, 4/8/92.
- “El IAC descubre cinco nuevas ‘*enanas marrones*’”. *La Gaceta de los Negocios*, 25/8/92.

Tal proliferación de *enanas marrones* obligó a tratarlas en la sección A *través del prisma* de *IAC Noticias*, en su número 2-1994. En esta sección aparecieron tres artículos firmados: “*Enanas marrones: el eslabón perdido*”, de Carmen del Puerto; “*Enanas marrones/La búsqueda continúa*”, de Eduardo Martín; y “*Enanas marrones/El cúmulo de las Pléyades*”, de María Rosa Zapatero Osorio.

En la medida en que estas informaciones reproducían contenidos de la revista *IAC Noticias* como fuente, podría decirse que las informaciones eran rigurosas. No obstante se deslizan fallos: se habla de “*estrella enana marrón*”, cuando *estrella* y *enana marrón* son excluyentes y se habla por antonomasia de “*la enana marrón* ...”. Quizá lo más destacable es la tendencia a convertir en descubrimiento lo que hasta *Teide 1* aún eran candidatos hipotéticos: el cauto adjetivo “*posibles*” a *enanas marrones* desaparecía en muchas de las informaciones.

Teide 1 ha sido uno de los eventos astronómicos relacionados con el Instituto de Astrofísica de Canarias con más repercusión a nivel internacional en los medios de comunicación. Por ejemplo, fue publicado por el *New York Times*:

- “Astronomers Shine New Light on Puzzle Of Starlike Object” (Astrónomos arrojan nueva luz sobre el puzzle de un objeto parecido a una estrella). *New York Times*, 14/9/95.

IAC Noticias publica este descubrimiento en su número 2 y 3 - 1995: "La mejor enana marrón, descubierta en el cúmulo de la Pléyades por investigadores del IAC" (Págs. 1 y 3). La prensa española también lo recogía en titulares:

- "Astrofísicos españoles encuentran una enana marrón en la Vía Láctea". *El País*, 14/9/95 [ya citado].
- "Astrofísicos españoles hallan una 'enana marrón', el eslabón perdido entre las estrellas y los planetas [Es la primera detección clara de estos objetos, enigmáticos como los 'agujeros negros']". (En la galería de fotos aparece Rafael Rebolo y un avance de la noticia). *Abc*, 14/9/95.
- "Investigadores del Astrofísico hallan la mejor candidata a 'enana marrón'". *Diario de La Palmas*, 14/9/95.
- "Investigadores del IAC hallan una enana marrón". *El Día*, 15/9/95.
- "Astrofísicos del IAC descubren la mejor candidata a 'enana marrón'. La estrella ha sido bautizada con el nombre de 'Teide 1'". *Diario de Avisos*, 15/9/95.
- "Astrofísicos del IAC descubren en el corazón de la Vía Láctea una estrella enana marrón [El astro llevará el nombre de 'Teide 1' en reconocimiento del lugar donde se avistó por primera vez]". *La Gaceta de Canarias*, 15/9/95.
- "Investigadores del IAC descubren en el espacio a la mejor candidata a 'enana marrón' conocida". *La Provincia*, 15/9/95.
- "El IAC descubre la 'enana marrón'". *Canarias 7*, 15/9/95.
- "Descubren el posible eslabón entre las estrellas pequeñas y los planetas gigantes". *La Nueva España*, 15/9/95.
- "[Se trata de objetos con apariencia estelar] Tres astrónomos españoles descubren una 'enana marrón'". *Las Provincias*, 15/9/95.
- "Materia oscura galáctica" y "Huracanes de estrellas". *El País*, 20/9/95.
- "[El misterio de la masa perdida] Machos, wimps y neutrinos (mención). *Abc*, 22/9/95.
- Cartagena se acerca al espacio (mención). *La Opinión*, 29/9/95.
- "Agujeros negros y enanas marrones". *Infomagazin*, 31/10/95.
- "X Aniversario del Instituto de Astrofísica (mención)". *Jornada*, 17/11/95.
- "A la caza de la 'enana marrón'". *Abc*, 1/12/95.
- "Dos fotos terminan con las dudas acerca de la existencia de enanas marrones". *El País*, 6/12/95. (ya citado)
- "Una prueba de litio confirma Teide 1". *El País*, 31/12/95.
- "Estrellas, virus y enfermedades". 1995. Ciencia y Tecnología. *El País Semanal*, 31/12/95.

A partir del descubrimiento de *Teide 1*, las enanas marrones empiezan a ser frecuentes en titulares de prensa. En los suplementos científicos "ABC de la Ciencia" y

"Futuro", de los diarios *El País* y *Abc*, respectivamente, de los años 1996 y 1997, recogemos los siguientes titulares sobre *enanas marrones*:

- "Enana marrón aislada" (breve). *El País* ("Futuro"), 10/4/96.
- "Enanas [marrones]" (breve). *El País* ("Futuro"), 4/9/96.
- "Astrónomos de Canarias hallan nuevas enanas marrones". *El País* ("Futuro"), 19/3/97.
- "Cien expertos examinan a 25 enanas marrones". *El País* ("Futuro"), 26/3/97.

NOTAS

¹ **REBOLO, R., ZAPATERO OSORIO, M.R., y MARTÍN, E.L.**, “Discovery of a brown dwarf in the Pleiades star cluster”, en *Nature*, Vol. 377, Págs. 129-131, 14 de septiembre de 1995.

² **MAYOR, M., y QUELOZ, D.** “A Jupiter-mass companion to a solar-type star”, en *Nature*, Vol. 378, Págs. 355-359, 23 de noviembre de 1995.

³ La fecha de acuñación del término *agujero negro*, 1967, previa al de *enana marrón*, 1975, nos ha obligado a este orden cronológico inverso en la presentación.

⁴ Entrevista personal con Luis Cuesta. Adviértase que “17 órdenes de magnitud inferior” significa “10¹⁷ veces inferior”. Expresar comparaciones en “órdenes de magnitud” es muy frecuente en el lenguaje científico y no siempre se traducen bien en los medios.

⁵ *Ibidem*.

⁶ No debe confundirse este diagrama con el *diagrama color-magnitud*, que es un producto observacional, donde se representan las imágenes observadas directamente cuando se conocen las relaciones empíricas color-temperatura y las distancias (que dan la magnitud absoluta).

⁷ A él se deben los términos *gigantes* y *enanas* como categorías estelares que vimos en el capítulo de los *agujeros negros*. Fuente: **ABETTI, Giorgio**. *Historia de la Astronomía*. Trad. por Alejandro Rossi. Fondo de Cultura Económica (Breviarios 118). México-Buenos Aires, 1966, 2ª edición. (e.o. 1949). Pág. 340.

⁸ Conferencia pronunciada por Clara Régulo el 19 de mayo de 1995, en el Museo de la Ciencia y el Cosmos, dentro del Curso de Iniciación a la Astrofísica organizado con motivo de la celebración del X Aniversario del IAC.

⁹ Este sistema de clasificación partía inicialmente del establecido en 1890 por los astrónomos Edward Pickering y Williamina Fleming, que asignaba a los tipos de estrellas una letra de la A a la Q según su espectro. Cannon alteró el orden y el número de este sistema al basarlo en la temperatura superficial de la estrella. “Generaciones de estudiantes de astronomía han recordado la secuencia utilizando una regla mnemotécnica que decididamente resulta ‘no políticamente correcta’: ‘Oh, Be A Fine Girl, Kiss Me’ (Oh, sé una buena chica, dame un beso)”, inicialmente incluso más larga y sofisticada. **GRIBBIN, John**. *Diccionario del Cosmos* (Companion to the Cosmos). Trad. por Javier García Sanz. Editorial Crítica (Grijalbo Mondadori). Barcelona, 1997 (e.o. 1996). Pág. 61. John Gribbin explica la aparente arbitrariedad de este sistema de clasificación.

¹⁰ Descubrimientos de última hora anunciados por investigadores del IAC apuntan a que también pudieran existir planetas aislados, no vinculados a estrellas.

¹¹ Aun así, las *enanas marrones* no son aparentemente de este color, sino más bien rojizas.

¹² **REBOLO, R., MARTÍN, E.L., BASRI, G.W., MARCY, G., y ZAPATERO OSORIO, M.R.**, “Brown dwarfs in the Pleiades Cluster confirmed by the Lithium Test”, en *ApJ*, Vol. 469, Pág. L53-L56, 20 de septiembre de 1996.

¹³ De hecho ya existe *Teide 2*, otro objeto en el límite subestelar.

¹⁴ **STEVENSON, D.J.** “Brown and Black Dwarfs: their Structure, Evolution and Contribution to the Missing Mass” en *Proc. Astron. Soc. Australia*, 3 . 227-229, 1978.

¹⁵ **DEL PUERTO, Carmen**. “Marrón no es un color”, en *Universo*, N. 13. Mayo de 1996. Págs. 46-47.

¹⁶ **KAFATOS, Minas C., HARRINGTON, Robert S., y MARAN, Stephen P. (editores)**. *Astrophysics of Brown Dwarfs*. Comunicaciones presentadas en el *Workshop* del mismo título celebrado en la Universidad George Mason de Fairfax (Virginia, EEUU), del 14 al 15 de 1985. Cambridge University Press. Cambridge, 1986.

¹⁷ **TARTER, Jill C.** “An historical perspective: brown is not a color”, en *Astrophysics of Brown Dwarfs, op. cit.* Pág. 121. Texto en inglés: “Along the way I hope to defend the term I coined and convince you that such hypothetical objects which are definitely not stellar, and that may not be related to the gas giant planets, and whose gross emission spectra cannot be predicted should properly be called by a name that is not a color.”

¹⁸ *Ibidem*. Pág. 123: Texto en inglés: “... This marks the first written use of the term brown dwarf and it derived from a conversation between Joe Silk and myself in the library on the 5th floor of Campbell Hall soon after I began to try and answer the question Joe had originally posed”.

¹⁹ *Ibidem*. Texto en inglés: “The terms white dwarf, red dwarf and black dwarf all existed in the astronomical vocabulary. But they referred specifically to the end of the products of low mass stellar evolution, to low mass main sequence stars and to the end products of white dwarf cooling with a mean molecular weight that is characteristic of billions of years of nucleosynthesis. It was obvious that we needed a color to describe these dwarfs that was between red and black. I proposed brown and Joe objected that brown was not a color. As I already understood that the inadequacies of existing opacity tables and numerical codes would prevent us from deriving a meaningful color temperature for these objects, browns, a non-color, seemed to me to fit our needs precisely. I am startled by the similarity between our conversation and the one amongst the astrometrists several years earlier reported by Bob Harrington in his presentation at the start of this workshop. Had that conversation taken place somewhere other than a bar, the world might have known about brown dwarfs a bit sooner!”.

²⁰ **BATTANER, Eduardo**. *Fluidos cósmicos*. Labor Universitaria. Manuales. Barcelona, 1986, 1ª edición. Pág. 54. También aparecen definidas en las páginas 180 y 219.

²¹ *Ibidem*. Pág. 180.

²² Texto en inglés: “I wanted to avoid use the term ‘star’ because that implied a stable, hydrogen fusing configuration”.

²³ Texto en inglés: “I suggested that ‘brown’ was ‘between’ red and black and that just stuck. Later on, I realized that ‘brown’ was not a true color, but that was indeed appropriate because our knowledge of the opacities for such low temperature atmospheres was too imprecise (may still be so) to be able to produce a spectrum and predict a color on anyone’s scale”.

²⁴ Texto en inglés: “Because I was a self-centered graduate student, ignorant of proper reverence to previously published nomenclature, I used Brown Dwarf in my thesis and continued to do so as I started my professional career.”

²⁵ Texto en inglés: “I suspect it was this immediate cross-over from University to NASA usage of the term that made it stick in the mainstream, much to the dismay of proponents of previously published terms”.

²⁶ BAILEY, M.E. "Can 'invisible' bodies be observed in the Solar Systems?", en *Nature*, Vol. 259. N. 5541. January 29, 1976. Págs. 290-291.

²⁷ TARTER, *art. cit.* Págs 132-133: "*What about the name? With respect to this last question, I have already explained how I originally adopted brown dwarf, and I have steadfastly maintained its usage during this paper. That is not to say that there have not been other names suggested over the years, some of them with great feeling. ... I have reproduced some of those suggested names and their sponsors, along with a brief annotation relating to what I feel are the difficulties with these other names. I am convinced that the non-color brown most aptly describes these bodies of questionable existence, whose formation probably has to do with a fragmentation process, and not the existence of a planetary system, whose opacities are unknown and whose appearance is therefore unpredictable. If the aerosol suggestion does turn out to be correct, then in the end a brown dwarf may even look brown, by which I mean similar to the colored pictures of Jupiter's atmosphere as rendered from the Voyager spacecraft data by the image reproduction wizards at JPL. As a last word, I think that it will be this workshop that will have settled the name question. If we were to change the name of the object, we would have to change the name of this workshop, and the title of its book of proceedings!*"

²⁸ *The Oxford English Dictionary*. Oxford Carendon Press. Oxford, 1989, 2ª edición.

²⁹ Texto en inglés: "*too cute for my taste and too difficult to spell and write throughout a thesis*".

³⁰ Texto en inglés: "*term refers to detection characteristics, not the physical nature of objects*".

³¹ Texto en inglés: "*young Brown Dwarfs are hot enough to be visible at optical wavelenghts*".

³² TARTER, *art. cit.*

³³ BASRI, G.; MARCY, G., y GRAHAM, J.R., "Lithium in Brown Dwarf Candidates: the Mass and the Age of the Faintest Pleiades Stars", en *ApJ*, Vol. 458, Págs. 600-609, 1996.

³⁴ ZAPATERO OSORIO, M.R., REBOLO, R., MARTÍN, E.L., HODGKIN, S.T., COSSBURN, M.R., MAGAZZÙ, A., STEELE, I.A., y JAMESON, R.F. "Brown dwarfs in the Pleiades cluster. III. A deep IZ survey", en *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.* Vol. 134. Págs. 537-543, 1 de febrero de 1999.

³⁵ *El País*, 14/12/84.

³⁶ Texto en inglés: "*Is it a planet or is it a star? Or might it be a brown dwarf? Those questions were being debated throughout the rarefied world of astronomy last week after a University of Arizona team announced the first sighting of a planet outside the solar system.*"

6. GRAN ATRACTOR, un imán a gran escala

El término *Gran Atractor*, de historia peculiar como veremos, nos servirá en este capítulo para hacer divulgación científica de algunos de los mayores misterios que tiene hoy planteados la astrofísica: la estructura del Universo y la materia oscura. Autores como el físico y divulgador científico James Trefil, en su obra *La cara oculta del Universo*¹, sugieren que ambas cuestiones, a su vez vinculadas al problema del origen y evolución del Universo, están estrechamente relacionadas. De ahí que cerremos los casos concretos de esta Tercera Parte, que comenzamos con el *Big Bang*, abordando de nuevo cuestiones de índole cosmológica, que también estarán presentes en la parte dedicada a nuestro experimento.

6.1. Divulgación científica

A principios de este siglo, el concepto de las dimensiones del Cosmos era aún muy limitado. Se desconocían técnicas avanzadas para medir las distancias entre las estrellas, las galaxias eran clasificadas como simples nebulosas cercanas. Hasta los años veinte no se supo que el universo observable abarca un radio de miles de millones de años-luz, y sólo más tarde, gracias al aumento de la capacidad de los telescopios, fueron descubiertas las estructuras en las que, a grandes escalas (mayores que 100 megaparsecs), se agrupan las galaxias por millares. Según Trefil, con el descubrimiento de los grandes *supercúmulos* galácticos en 1978 y de los grandes *vacíos* en 1981 sucumbió "el prejuicio nostálgico" de un universo uniforme, que había sobrevivido al descubrimiento de las galaxias².

6.1.1. Las macroestructuras del Universo

Como hemos dicho, los astrónomos han ido encadenando estructuras en el Universo a medida que la instrumentación astronómica se perfeccionaba. Primero fueron otras *galaxias* como la *Vía Láctea*, lo que fue objeto de un célebre debate en abril de 1920 financiado por la Academia Nacional de Ciencias americana: los astrónomos

Harlow Shapley³ y Herber Curtis mantuvieron posiciones enfrentadas sobre la estructura del Universo. “Shapley –cuenta Trefil- presentó sus pruebas del tamaño de la Vía Láctea y Curtis argumentó a favor de la existencia de otras galaxias, como la nuestra. Nadie ‘ganó’ el debate, en primer lugar porque los dos hombres discutían diferentes temas. Cada uno era correcto en su propio dominio. La Vía Láctea es realmente muy grande, como aducía Shapley, pero las distancias a las otras galaxias son aún mayores”⁴. Como vimos, con Hubble se aclaró la situación.

Después de esto, los astrónomos vieron que esas galaxias estaban agrupadas en *cúmulos*. Los *cúmulos de galaxias* a su vez estaban agrupados en largas estructuras llamadas *supercúmulos*. Y entre esos *supercúmulos* existían *vacíos* de grandes dimensiones.

Para comprender estas macroestructuras del Universo, lo que los astrónomos han hecho inicialmente es representar sus formas y su distribución en el espacio, primero con imágenes bidimensionales, es decir, como se perciben desde la Tierra, y después tridimensionales, determinando la distancia de cada objeto a partir de la información de su espectro.

Los cúmulos de galaxias

Jack O. Burns narra, en *Investigación y Ciencia*, que durante los años cincuenta, el Observatorio de Monte Palomar, en colaboración con la Sociedad Geográfica Nacional estadounidense, fotografió todo el cielo del Hemisferio Norte, “consiguiendo imágenes de objetos de un brillo un millón de veces más débil que el de los objetos distinguibles a simple vista”⁵.

En 1958, George O. Abell, del Instituto de Tecnología de California, examinó las placas de ese análisis del cielo, a fin de detectar cúmulos galácticos. “Llamó cúmulo -cuenta Burns- a toda aglomeración de galaxias donde hubiera, al menos, 50 galaxias brillantes dentro de una esfera de un radio de 6,5 millones de años luz. Abell encontró 2.717 cúmulos [ahora llamados *cúmulos de Abell*], y, si nos atenemos a los radios mayores, algunos incluyen miles de galaxias”⁶. El *Cúmulo de Coma*, por

ejemplo, contiene 1.000 galaxias brillantes, mientras que en el *Cúmulo de Virgo* se han identificado unas 2.500 galaxias.

Los principales criterios para establecer los vínculos entre galaxias son dos parámetros físicos fundamentales: la distancia o proximidad entre ellas y las velocidades con que cada una se acerca o se aleja de las otras. Los cúmulos no son distribuciones de materia al azar; sus miembros se mantienen unidos al grupo por la atracción gravitatoria del conjunto de galaxias. Esta atracción supera la ejercida por otras galaxias ajenas al sistema.

El Grupo Local

Un cúmulo de galaxias típico es nuestro *Grupo Local*, una familia de cerca de 40 galaxias, a la que pertenecen la *Vía Láctea*, *Andrómeda* y las *Nubes de Magallanes*, entre otras. Es un grupo pequeño, compacto y formado en su mayoría por galaxias enanas que se mueven en órbita alrededor de las galaxias de mayor masa. Contiene galaxias con distintos niveles de desarrollo y morfologías muy dispares, una muestra lo suficientemente representativa del resto del Universo como para que los astrónomos lo utilicen para hacer extrapolaciones de su estudio.

El Mapa del millón de galaxias

En 1967, los astrónomos Donald Shane y Carl Wirtanen, del Observatorio Lick de California, publicaron un catálogo de la situación de un millón de galaxias en el cielo. Basándose en este trabajo, P.J.E. (Jim) Peebles y sus colaboradores de Princeton confeccionaron un mapa del Universo, el famoso *Mapa del millón de galaxias*. “Ésta era -señala Trefil- la primera visualización del universo en conjunto y como tal gozó de enorme popularidad. Aparece en todo tipo de libros de texto y como póster en casi todos los departamentos de astronomía del país; incluso fue vendida como diseño para el interior de un bol de sopa”.⁷

Los supercúmulos de galaxias

Los cúmulos de galaxias se agrupan para formar *supercúmulos*, como el cosmólogo francés Gérard de Vaucouleurs descubrió a finales de los setenta. La mayor parte de la materia que vemos está contenida en estos *supercúmulos* (hasta ahora se han identificado unos cincuenta), que vienen a ser largas estructuras ya sea aplanadas, como hojas, o en forma de cuerda o filamentos. El mayor *supercúmulo* conocido atraviesa las constelaciones de *Perseo* y *Pegaso*, de ahí su nombre (*Supercúmulo Perseo-Pegaso*). El *Grupo Local* es parte del *Supercúmulo de Virgo*, también denominado por De Vaucouleurs *Supercúmulo Local*.

"Hoy en día -nos explicaba en una entrevista Jaan Einasto, del Observatorio de Tartu (Estonia)- se sabe que la distribución de las galaxias en cúmulos y supercúmulos es de naturaleza fractal a escalas de 1 a 100 megaparsecs, es decir, cada concentración de galaxias, aun siendo un conjunto irregular, presenta infinitas repeticiones de estructuras idénticas más pequeñas"⁸.

También decía este astrónomo estonio que el Universo tiene una estructura celular (de nuevo, un paralelismo biológico): las galaxias y los cúmulos están concentrados a lo largo de las paredes de las células que encierran huecos oscuros y vacíos".⁹

El Gran Atractor

El *Gran Atractor*, que da título a este capítulo, es una supuesta concentración de materia deslizándose en bloque hacia las constelaciones de *Hidra* y *Centaurus*. Según Einasto, "el Gran Atractor no es un simple supercúmulo, sino que se trata de un conglomerado de muchos sistemas de alta densidad". Las galaxias que componen parte de la materia del *Gran Atractor*, entre ellas la Vía Láctea, no se expanden de igual manera que las del resto del Universo, sino que tienden a concentrarse. Pero sobre la existencia de este gran "imán cósmico"¹⁰ aún no hay datos suficientes y muchos científicos se muestran escépticos. Uno de los mayores descubrimientos cosmológicos de comienzos del próximo siglo podría ser la confirmación de la naturaleza de este *Gran Atractor*, probando así la existencia de formación de estructuras de escalas superiores a los *supercúmulos*. A él nos referiremos más extensamente cuando estudiemos la historia del término.

Los grandes vacíos

De los estudios de los desplazamientos al rojo de las galaxias se deduce que la mayor parte de la materia del Universo se distribuye en *filamentos* alrededor de *vacíos*. Estos *vacíos* constituyen una de las características más importantes de la estructura del Universo a gran escala. "Son exactamente lo que sugiere su nombre: grandes regiones del espacio en las que no existen galaxias o bien muy pocas", explica Trefil. El primero de tales vacíos fue descubierto en 1981 por Robert P. Kirshner y sus colaboradores de la Universidad de Michigan (Estados Unidos) y se encuentra en la constelación de *Bootes* o *el Boyero*. Este vacío tiene un volumen de unos 250 millones de años luz de diámetro y apenas contiene galaxias, ninguna normal. James Trefil comenta:

El anuncio del vacío de Bootes causó una conmoción en la prensa científica, pero muy poco impacto entre los cosmólogos, a causa de una característica de los científicos que el gran público conoce poco: los científicos a menudo acogen las novedades sin excitación, porque un descubrimiento aislado puede siempre resultar falso. Por tanto, generalmente es seguro ignorarlo, al menos hasta que sea confirmado por un experimento independiente.¹¹

Universo de burbujas

Las últimas teorías sugieren que la estructura del Universo se asemeja a "una espuma¹² cósmica de burbujas cuyas paredes son concentraciones de galaxias, y el interior de aquéllas vastas regiones de espacio vacío"¹³, explica George Smoot. Este universo tipo *burbuja* fue propuesto por los astrónomos Margaret J. Geller y John P. Huchra, del Centro de Astrofísica Harvard-Smithsonian, y Valérie de Lapparent, doctorando de la Universidad de París. Estos astrónomos confeccionaron en 1985 el mapa tridimensional (en forma de abanico) más completo de la estructura del Universo, conteniendo las posiciones de 4.000 galaxias. Obtuvieron "un retrato de cómo estaba formado el universo y quizá también un retrato revelador sobre la misteriosa materia oscura con la que estaba construido"¹⁴, señala Overbye. Geller, cuando lo vio, pensó en pompas de jabón y en la revista *Time* llegó a decir que le parecía "un fregadero lleno de agua de lavar los platos"¹⁵.

Los cosmólogos comenzaron a referirse a los vacíos como *burbujas de Hubble*, que en inglés (*Hubble bubbles*) suena a chicle¹⁶. "Me gusta este nombre -señala Trefil-; a

la vez capta el espíritu libre de la cosmología moderna y honra al hombre cuyo trabajo lo inició todo (aunque, para ser honesto, dudo que Hubble hubiera apreciado un honor rendido de esta forma)".¹⁷

La Gran Muralla¹⁸

La mayor estructura cósmica conocida hasta hoy es una cadena de galaxias con una longitud superior a 500 millones de años-luz que aparecía en el mapa anterior y que Geller y Huchra llamaron la *Gran Muralla*. Se trata de una concentración de forma aplanada de unas 2.000 galaxias, aunque se piensa que existen muchas más no detectables debido a su débil luminosidad. Este tipo de estructuras, aunque no del calibre de la *Gran Muralla*, son relativamente frecuentes y coexisten con zonas vacías de materia luminosa que alcanzan cientos de millones de años-luz de diámetro.

Sobre todas estas macroestructuras del Universo, Dennis Overbye concluye: "El Universo no era un pastel de pasas formado por galaxias perfectamente distribuidas y pequeños cúmulos redondos que se expandía sin hacer ruido; el universo era feo, estaba lleno de aglomeraciones y tenía grumos malformados que chocaban entre sí. El universo era un lugar complicado."¹⁹

6.1.2. La formación de estructuras a gran escala

En las últimas décadas se han propuesto tres modelos para describir la formación de las estructuras primigenias del Universo: el modelo *abajo-arriba*, el modelo *arriba-abajo* y el modelo *abajo-arriba híbrido*²⁰.

Modelo *abajo-arriba*

Este modelo fue propuesto a comienzos de los setenta por Peebles y sus colaboradores. Partieron de la hipótesis de un universo dominado por materia bariónica (materia ordinaria, como los protones y los neutrones) y de temperatura homogénea. Bajo estos supuestos, primero se formaron *protogalaxias* de masas entre 100.000 y un millón de veces la masa solar. Estas *protogalaxias* se convirtieron en

galaxias, que se agruparon en *cúmulos* por atracción gravitatoria. El apelativo de este modelo, de *abajo a arriba* (también llamado *isotérmico*), se debe a que primero surgen las estructuras menores (*galaxias*) y después se convierten en estructuras mayores (*supercúmulos*).

Este modelo no explica cómo se formaron los mayores *supercúmulos* descubiertos. En principio, no ha habido tiempo suficiente desde el *Big Bang* para que se hayan formado estructuras tan grandes mediante la agregación gravitatoria de las *galaxias*.

Modelo arriba-abajo

En este modelo, también llamado *modelo adiabático*, se forman primero los *protosupercúmulos*, precursores de los *supercúmulos*, que después se colapsan para adquirir mayor densidad y se fragmentan formando *galaxias*. Es decir, primero se condensaron los objetos mayores, que después dan lugar a estructuras menores. Fue propuesto, también a principios de los años setenta, por Edward R. Harrison, de la Universidad de Massachusetts en Amherst, y Yakob B. Zel'dovich, de la Universidad de Moscú. Este último demostró que los *protocúmulos* se colapsan rápidamente en forma de *torta* aplanada. Los *filamentos* se encontrarían en las intersecciones de dos tortas.

Esta propuesta supone que energía y materia se distribuyen por igual en todas las regiones del espacio. El Universo en su conjunto estaría dominado por alguna otra clase de materia distinta de la bariónica. Esta *materia oscura* podría estar constituida por *neutrinos*, como veremos.

Modelo abajo-arriba híbrido

Es una variante del modelo anterior, en el que la masa oscura estaría constituida no por *neutrinos*, sino por partículas frías, que provocarían formaciones a menor escala seguidas de las de mayor tamaño. De ahí que se le conozca como modelo *abajo-arriba híbrido*.

6.1.3. La materia oscura

En un congreso matemático celebrado a principios de siglo, el alemán David Hilbert presentó 23 problemas que debían resolverse en el campo de las matemáticas durante las siguientes décadas. En la reunión internacional "Key Problems in Astronomy", organizada en 1995 por el IAC y la Fundación BBV en Tenerife, el astrónomo Allan Sandage abrió las sesiones imitando el ejemplo del matemático e introduciendo los 23 problemas que en su opinión debería resolver la astronomía del próximo siglo. Uno de ellos era el de la *materia oscura*, que por ser probablemente la forma dominante de la masa del Universo debe haber influido en la naturaleza y

evolución de las estructuras que hoy vemos, como propusieron los astrónomos Simon White y Martin Rees²¹ en 1976.

Fue el astrónomo suizo Fritz Zwicky (1898-1974) quien descubrió en los años treinta que el 90% de la materia del Universo parecía ser invisible y quien, según Dennis Overbye, acuñó el término *masa perdida*²² (término hoy desplazado por el de *materia oscura*):

La masa perdida era el término que había acuñado el irascible Fritz Zwicky para describir los resultados de una observación misteriosa realizada en el decenio de 1930 y que desde entonces había estado inquietando el cerebro de los astrónomos atentos. Zwicky había medido los desplazamientos hacia el rojo de un puñado de galaxias en el cúmulo de la Cabellera, había calculado la velocidad con que se movían una con respecto a otra y la interacción gravitatoria necesaria para que el cúmulo no se dispersara. Luego comparó esta masa gravitatoria con la masa luminosa del cúmulo, la cual obtuvo sumando simplemente toda la luz de las estrellas. Descubrió con sorpresa que la masa gravitatoria era diez veces superior a la masa luminosa. La conclusión era inescapable: a menos que el cúmulo de la Cabellera fuera una ilusión óptica temporal, el 90% de este cúmulo y, según se comprobó luego, de otros cúmulos, era invisible. Zwicky llamó masa perdida a este 90% de masa. ... El trabajo de Zwicky demostraba en el fondo que los astrónomos no sabían de qué estaba hecho el Universo²³.

En una información publicada en el diario *Abc* encontramos una referencia complementaria:

La idea de la materia oscura se remonta a la década de los años treinta. Concretamente en 1933 el astrónomo Frank Zwicky publicó en una revista suiza que un agregado de galaxias, distantes de nosotros trescientos millones de años-luz, circulaba a una velocidad mucho mayor de la prevista. La explicación podría ser la presencia de una cantidad de *dunkle materie* mucho más consistente que la que integran los objetos invisibles. En 1980 muchos astrónomos abogaron por su existencia, pero no faltan los escépticos que piensan que la *dunkle materie* no pasa de ser una ilusión.²⁴

Sin embargo, el término *materia oscura* fue acuñado anteriormente por el astrónomo Jacobus Kapteyn. La primera referencia escrita conocida aparece en la revista científica *The Astrophysical Journal* en 1922.

Supongamos que en un volumen de espacio que contiene $\underline{1}$ estrellas luminosas hay materia oscura con una masa agregada igual a \underline{K} $\underline{1}$ promedio de estrellas luminosas; entonces, evidentemente la masa efectiva es igual a $(\underline{1} + K)X$ de masa promedio de una estrella luminosa. Por consiguiente, tenemos los medios de estimar la masa de la materia oscura en el Universo.²⁵

La astrónoma Vera Rubin rehizo los cálculos de Zwicky para intentar averiguar por qué las agrupaciones de galaxias parecían pesar más que las sumas de cada una de las galaxias que contenían. Con sus curvas de rotación, "Rubin llegó a la conclusión -

explica Overbye- de que lo que los astrónomos llaman galaxias (los rizos aracnoides de luz estelar y de gas) sólo eran de hecho los núcleos luminosos de nubes mucho más grandes, oscuras y de mayor masa"²⁶. El principal argumento de Rubin era filosófico, dice Overbye:

Durante trescientos años los astrónomos habían estado suponiendo que el universo era lo que ellos veían, y habían dedicado su tiempo a clasificar aglomeraciones de materia. Los átomos se agrupaban formando estrellas, las estrellas formaban galaxias, las galaxias formaban cúmulos, los cúmulos formaban supercúmulos, quizá. Pero ahora aquella mujer sostenía que el cosmos era lo que no veían.²⁷

Vera Rubin comenta en la serie audiovisual *Los Astrónomos* que *materia oscura* le parece un buen término. También afirma que *materia desconocida* podría ser otro buen nombre, pero dado que su oscuridad es la característica más relevante de este tipo de objetos, Rubin opta por el término *materia oscura*.

Los astrónomos barajan varias hipótesis: que los *neutrinos* tengan masa, que las *enanas marrones* sean más comunes en el Universo de lo que pensamos... Sandage ha sugerido que la *materia oscura* podría estar constituida por rocas, como los asteroides de nuestro Sistema Solar. Este material sólido, pequeño y sin emisión, por tanto prácticamente invisible, podría encontrarse, por qué no, también entre las estrellas o entre las galaxias. Podría haber muchos *ladrillos* en el espacio, como se decía hace algunas décadas, recuerda Sandage²⁸.

Los MACHOs

Se cree que nuestra galaxia está envuelta en un inmenso halo oscuro, cuya presencia se deduce de la curva de rotación galáctica y de su efecto gravitatorio en los *cúmulos globulares* más distantes del halo y en galaxias enanas cercanas. Este halo contiene diez veces más masa que todas las estrellas de la *Vía Láctea* y puede estar comprimida en objetos estelares compactos, como *estrellas de neutrones* y *enanas blancas*.

Los MACHOs es una hipotética forma de *materia oscura* en el Universo, compuesta de *bariones* (la materia ordinaria, en forma de protones y neutrones). El *Proyecto MACHO* (acrónimo de *MAssive Compact Halo Objects*, Objetos masivos y compactos del halo, acuñado por Kim Griest, de la Universidad de Berkeley), una colaboración

iniciada en 1992 entre Estados Unidos y Australia, comenzó siendo un proyecto y ha terminado dando un llamativo nombre a una serie de objetos relacionados con la *materia oscura*. *MACHO*, advierte John Gribbin, “es un nombre deliberadamente escogido para contrastar con *WIMP* [“debilucho”] (muchos astrónomos tienen un sentido de humor infantil y disfrutan haciendo malos juegos de palabras)”²⁹.

El Dr. Kailash Sahu, investigador del IAC durante dos años, niega la existencia de estos supuestos componentes de la *materia oscura*. “¿Necesitamos *MACHOs*?” fue el título de una conferencia que este astrofísico pronunció en el Instituto de Astrofísica de Canarias en el marco de los Coloquios IAC-Fundación BBV. “Si la *materia oscura* está compuesta por *MACHOs*, éstos causarán fenómenos de microlente, mientras que si se encuentra en forma de micropartículas, no”, decía Sahu posteriormente en un artículo publicado en *IAC Noticias*³⁰. Sus investigaciones sobre los fenómenos de microlente en la *Gran Nube de Magallanes*, atribuidos supuestamente a la presencia de *MACHOs*, demostraron que estos fenómenos pueden ser debidos a las estrellas ya conocidas de la propia galaxia³¹.

Los *WIMPs*

WIMP son las siglas de *Weakly Interacting Massive Particles* (Partículas masivas de interacción débil o débilmente interactivas). Antes de que se impusiera este nombre para estas hipotéticas partículas elementales, candidatas a *materia oscura*, los cosmólogos se inventaron otros como *darkones*, *darkinos*, *materia fría y oscura*, *la masa ausente* y *cosmiones*³². Supuestamente se formaron en cantidades suficientes al comienzo del Universo y tienen masa (son un poco más pesadas que un neutrón), pero interactúan débilmente con la materia ordinaria.

Los *neutrinos*

Los *neutrinos* son partículas elementales invisibles que no interaccionan o lo hacen muy débilmente con otras partículas: la mayoría atraviesan la Tierra y nuestros cuerpos sin que nos percatemos. Durante mucho tiempo se las consideró carentes de masa. Pero en junio de 1998, el experimento *Superkamiokande*, un gigantesco detector subterráneo situado en Japón, demostró lo contrario: aunque pequeña, los

neutrinos tenían masa y parte de la *materia oscura* del Universo podría estar formada por estas partículas.

Las cuerdas cósmicas

Uno de los equívocos terminológicos habituales es confundir *cuerdas cósmicas* con *supercuerdas*. En opinión de Trefil, "la única relación entre ellas es su nombre. Las supercuerdas son más pequeñas que la partícula elemental más pequeña; en cambio las cuerdas cósmicas pueden extenderse sobre grandes partes del universo. De hecho, en algunas versiones de las teorías, recorren todo el universo como un hilo atraviesa un collar de perlas. En momentos imaginativos me gusta pensar en ellas como el mítico Gusano *Ourobouros* [sic]. Era un símbolo del antiguo Egipto, consistente en una serpiente que se mordía la cola. En la cosmología escandinava el gusano rodeaba el mundo, siempre sin ser visto, pero siempre ejerciendo su influencia sobre los asuntos terrestres. Cualquiera que esté dispuesto a esforzarse un poco podrá ver la conexión entre los viejos mitos y las nuevas construcciones de la cosmología"³³.

Como su nombre indica, las *cuerdas cósmicas* serían largos cordones de materia oscura muy densos que se habrían formado cuando el universo sólo tenía una fracción de segundo de edad. "Si existen (y, como veremos, es un gran sí) -advierte Trefil-, son increíblemente masivas. En la superficie de la Tierra, un trozo de cuerda cósmica suficientemente larga para recorrer de un lado de un átomo al otro, podría pesar un millón de toneladas. Un trozo del tamaño de un grano de arena requeriría, para sostenerlo, una fila de camiones volquete que diera ocho veces la vuelta al ecuador. A causa de su increíble masa, la cuerda ejerce una fuerte atracción gravitatoria sobre el material que la rodea. Por consiguiente, está idealmente adaptada para desempeñar el papel de materia oscura en la formación de estructuras a gran escala en el universo"³⁴.

Las galaxias fantasma

Los periódicos españoles³⁵ recogían al comienzo de 1999 las últimas novedades sobre el misterio de la *materia oscura* presentadas en la reunión de la Sociedad Americana de Astronomía, celebrada en Austin (Texas, Estados Unidos). Los hallazgos recientes en

este campo sugieren que pequeñas y débiles galaxias *fantasma* podrían ser más abundantes en el Universo que las galaxias brillantes normales y contener una gran densidad de *materia oscura*. Estas galaxias podrían ser restos de la formación galáctica en el universo primitivo, y la *materia oscura* partículas subatómicas exóticas creadas en el *Big Bang*.

También se ha encontrado una gran cantidad de estrellas de poca masa en el halo de la galaxia NGC 5907, lo que refuerza la hipótesis de que parte de la *materia oscura* de los halos galácticos podrían ser pequeñas estrellas de difícil detección.

Tanto partículas elementales exóticas como estrellas débiles, que podrían explicar la naturaleza de la *materia oscura*, habrían influido en la formación y estructura de las galaxias.

6.1.5. El destino del Universo

Para saber en qué tipo de Universo vivimos (abierto, cerrado o estacionario) se requiere la determinación precisa del valor de la densidad de materia, parámetro representado por la letra griega Omega (Ω). Para ello es necesario conocer la contribución a esta densidad de todas las posibles formas de materia, luminosa y oscura. Si el valor de la densidad del Universo es inferior a 1, el Universo es abierto: la acción de la gravedad no es suficiente para detener la expansión del Universo. Por consiguiente, éste se expandirá para siempre y las galaxias se separarán infinitamente unas de otras. El Universo será hiperbólico e infinito. Si es superior a 1, el Universo es cerrado, con una geometría esférica y finita. Si toma el valor 1, ésta es la llamada *densidad crítica* que produce un universo plano y, también, infinito. Los últimos resultados sobre supernovas en galaxias muy lejanas podrían indicar que el Universo está en una fase de expansión acelerada y que el valor de Ω es inferior a 1.

6.2. Historia del término

La invención de términos atractivos para designar los nuevos descubrimientos científicos puede ayudar a la divulgación, como hemos visto. Sin embargo, los científicos "también corren el riesgo de despertar las iras de sus colegas", advierte Stephen Hall en el artículo de la *Enciclopedia Británica* ya mencionado³⁶ ilustrándolo con el ejemplo del *Gran Atractor*. Este autor añade:

Y es precisamente ahí donde se da la paradoja fundamental del juego científico que consiste en dar nombre a las cosas: aun cuando el público está ávido de términos que hagan la ciencia más accesible y llena de significado, la comunidad científica como norma no contempla el uso de un lenguaje colorido y, en algunos casos, incluso penaliza a aquéllos que osen caer en la innovación lingüística.³⁷

6.2.1. Los Siete Samurai

Cuando en astrofísica hablamos de los *Siete Samurai*, no nos referimos evidentemente a la película japonesa que Akira Kurosawa realizara en 1954, ni al *remake* en versión *western* americano que con el título *Los Siete Magníficos* dirigiera John Sturges en 1960.

Los Siete Samurai "es el nombre de guerra de un grupo de siete astrónomos que combinaron sus estudios del cielo y anunciaron, en 1986, que la Vía Láctea, con otras galaxias en grupos y supergrupos, se desplazan en el universo hacia una descomunal concentración de materia, o Gran Atractor, que las atrae gravitacionalmente."³⁸

Hemos extraído esta cita resumen de un comentario al libro de uno de estos astrónomos *samurais*, Alan Dressler, quien precisamente acuñó el término *Gran Atractor*. Junto a Dressler, integraban *los Siete Samurais* -grupo ahora extinto- los astrónomos David Burstein, Roger Davies, Sandra Faber, Donald Lynden-Bell, Roberto Terlevich y Gary Wegner.

Cuenta Alan Dressler en su libro que fue Amos Yahil, de SUNY Stony Brook, quien les apodó *los Siete Samurais* en una reunión que tuvo lugar en Santa Cruz (California) en 1986:

Cuando Dave, Ronald, Roger y yo nos unimos a Sandy en julio de 1986 en la reunión de Santa Cruz que ella había organizado -'Galaxias casi normales'-, nos encontramos con que éramos el punto focal de un animado debate sobre cómo se organiza el Universo a grandes escalas. Habíamos echado por tierra lo que el poco saber convencional había desarrollado sobre la cuestión e interrumpido el amable discurso -la ordenada marcha hacia la verdad. Lo mejor fue cuando Yahil subió al podio y reprendió la falta de respeto a la autoridad de nuestro grupo. "¿Qué vamos a hacer - dijo frunciendo el entrecejo- con estos siete, estos, estos,... estos siete Samurais?".³⁹

6.2.2. Hacia *Hidra-Centauro*

En *Corazones solitarios en el Cosmos*, Dennis Overbye introduce así la historia del *Gran Atractor*:

En 1980 los Samurais habían comenzado un ambicioso estudio de las galaxias elípticas en el que participarían diez telescopios de cuatro continentes. Su objetivo era investigar una relación descubierta por Faber y el astrónomo de Lick, Roger Jackson, entre las masas, y por lo tanto, las luminosidades de las galaxias elípticas y las velocidades aleatorias de las estrellas de su interior. ... La relación Faber-Jackson contenía mucha dispersión estadística, lo cual obligó a partir de 1985 a dedicar mucho tiempo al problema y a realizar muchos análisis antes de poder encontrar algún sentido en los datos. Burstein fue el primero de los Samurais en ver que el significado no era el que ellos habían esperado: no había un zarandeo aleatorio de grupos de galaxias. En cambio, parecía que la región entera que habían examinado (desde el cúmulo de Perseo, situado a unos 300 millones de años-luz hacia el norte, hasta el de Hidra-Centauro en el lejano sur) el barrio entero, un centenar de miles de galaxias, mil billones de soles, se estuviera moviendo en bloque. Todo el conjunto se dirigía hacia el sur, hacia detrás de Hidra-Centauro, a una velocidad de 700 kilómetros por segundo.⁴⁰

Los *Siete Samurais* mantuvieron relativamente en secreto su descubrimiento. Cuenta Overbye que Faber hizo una presentación al personal de Lick y que fue Burstein, en una reunión de cosmólogos que tuvo lugar en Kona (Hawai), en enero de 1986, quien conmocionó a la comunidad científica presentando los resultados.

Pero fue Alan Dressler, en una conferencia de prensa, en mayo de 1987, durante una reunión de la Sociedad Americana de Física, cuando le pidieron que describiese esa descomunal concentración de materia que según él y sus colegas era la influencia gravitatoria hacia la cual parecían dirigirse esos cientos de miles de galaxias, quien recurrió al término *Gran Atractor*, acompañándolo de ciertos ademanes con los brazos. El propio Dressler lo rememora a continuación:

En mayo de 1987, en una conferencia de la Sociedad Americana de Física en Washington, D.C., di una charla invitada sobre la agrupación a gran escala de las galaxias y sus

implicaciones para la cosmología. Las actas incluían una rueda de prensa, donde varios investigadores implicados en este tipo de trabajo iban a poner al día a los periodistas científicos sobre lo que se había convertido en el tema más candente de la astronomía. Mientras intentaba explicar la inmensidad de la masa de un supercúmulo capaz de atraer a las galaxias a escala cósmica, el nombre de "Gran Atractor" se me escapó mientras gesticulaba en busca de palabras lo bastante grandilocuentes como para describir el Universo. Por supuesto, aquellas palabras no fueron lo suficientemente grandes, pero los periodistas quedaron encantados de tener un "gancho", (una "percha"); al día siguiente, el artículo de Walter Sullivan en el *New York Times* demostró que el nombre pegaría. Los otros Samurai se sorprendieron cuando lo oyeron, y no a todos les gustó. Aunque se alegraban de ver que nuestro trabajo llamaba la atención del público, se justificaban sus temores por las consecuencias de poner una etiqueta ostentosa a un trabajo científico serio que requería algo más que unas pocas frases con gancho para explicarlo a una audiencia no especializada. De hecho, la etiqueta del "Gran Atractor" nos dio fama y descrédito, y mis compañeros Samurai me dejaron con mucho gusto los laureles del término y la culpa de los reproches.⁴¹

Otro Samurai, el Prof. Donald Lynden-Bell, invitado a la reunión "Key Problems in Astronomy" ya comentada y director por entonces del Instituto de Astronomía de Cambridge (Reino Unido), nos contó que cuando escribieron el primer artículo sobre ello lo llamaron *Un nuevo centro supergaláctico (A New Supergalactic Centre)*, "porque pensábamos que era el centro de un complejo mayor que el Cúmulo de Virgo y algo significativamente más grande y que parecía estar centrado en torno a esta posición". Ahora el término *Gran Atractor* le parece un buen término porque responde a una idea intuitiva: "Creo que es una buena palabra -nos dijo-; al menos no estoy en contra, aunque en mi opinión no está del todo claro si el *Gran Atractor* está allí como un objeto o más bien es el centro... pero eso es otra cuestión".

6.2.3. Atractor de críticas

Recoge Stephen Hall que algunos de los términos más perdurables de la ciencia "han sido concebidos, como el de Gran Atractor, sobre la marcha para el consumo del público"⁴². En efecto, al cabo de pocos años, *Gran Atractor* ha adquirido la máxima autoridad en las revistas científicas y ha logrado captar la imaginación del público como manera de designar un intrigante e importante fenómeno astronómico. Pero, según Dressler, el término ha tenido más éxito como atractor de críticas y ridículo. "Ha causado más problemas en mi carrera que cualquier otra cosa que haya hecho nunca"⁴³, afirmaba refiriéndose a los "ataques" de otros astrónomos. "Me deja perplejo. Hay tal resentimiento hacia la idea de que un científico pueda hacer el juego a la audiencia que, si acaso, deberíamos tocar literalmente al son del

público."⁴⁴ Una de las desafortunadas víctimas de la controversia es la hipótesis que subyace al *Gran Atractor*. "Ha sido muy destructivo para el debate científico".⁴⁵

Sir Martin Rees reconocía en una Escuela de Invierno sobre la formación de galaxias, que se había aprendido mucho a raíz del *Gran Atractor*, y tras hacer su comentario científico al respecto, concluía: "... En segundo lugar (un comentario algo más frívolo) es que podemos aprender otra cosa a partir del llamado 'Gran Atractor': si piensas que has descubierto algo, ayuda mucho acuñar un término memorable para denominarlo".⁴⁶

6.2.4. Problemas terminológicos

El término no está registrado en la actual edición del Diccionario de Oxford, ausencia que supuestamente será subsanada en la próxima edición. En castellano vemos que existen variantes (*Gran Atraedor*⁴⁷, *Gran Atracción*⁴⁸), como se refleja en la traducción española del libro de Oberbye, del cual extraemos el siguiente párrafo:

Alan Dressler apareció en la portada de *Fortune* en 1990 como uno de los científicos jóvenes estadounidenses más destacados. Él y Sandra Faber han medido más de seiscientos desplazamientos hacia el rojo y distancias adicionales de galaxias en un esfuerzo continuado por estudiar el Gran Atraedor [sic]. Sus datos, apoyados ahora por muchos otros estudios (incluido uno que finalizó Aaronson y su equipo antes de su muerte), sugieren que el movimiento a gran escala detectado por los Siete Samurais es real. El Atraedor no es un objeto determinado. Se trata, según Dressler, de una región entera del espacio de unos 300 millones de años-luz de longitud en donde la concentración de galaxias va en aumento progresivo; su centro parece suave, carente de cúmulos espectaculares. La Vía Láctea está situada cerca de uno de los bordes de la región. Dressler y Faber están realizando estudios detallados de las galaxias de su interior y esperan poder demostrar la distribución de la materia oscura.⁴⁹

6.3. Repercusión en la prensa

Como hemos visto, el término *Gran Atractor* apareció en los medios de comunicación al día siguiente de que fuera acuñado por Alan Dressler, durante una conferencia de prensa. Recordemos lo que el autor dice en su libro al respecto: "Los periodistas quedaron encantados de tener un gancho... el artículo de Walter Sullivan en el *New York Times* demostró que el nombre pegaría"⁵⁰. En la prensa española no encontramos referencias hasta el año siguiente:

Entre 1976 y 1995, el *Gran Atractor* apareció formando parte de los titulares de prensa de *El País* sólo en dos ocasiones y ninguna en los suplementos de *Abc* y *El País* entre los años 1996-1997:

- “Una fuerza misteriosa nos absorbe: los astrónomos buscan el gran factor de atracción”. *El País*, 24/4/88.
- “El hallazgo del *Gran Atractor*, gigantesca constelación de galaxias, cambia las ideas sobre la estructura del universo”. *El País*, 14/1/90.

Sin embargo, el término *materia oscura* y sus variantes (*masa oscura*, ...) forma parte de 15 titulares de *El País* durante el período que estamos analizando, aunque no aparece hasta 1989:

- “El enigma de la masa oscura: el universo perceptible parece diferenciarse sustancialmente del real”. *El País*, 14/5/89.
- “Cuestionado el modelo de fría materia oscura, clave de la teoría del Big Bang, tras hallar unas estructuras galácticas”. *El País*, 4/1/91.
- “La materia oscura del Universo exige corregir la teoría clásica del Big Bang”. *El País*, 29/1/92.
- “El telescopio espacial Hubble encuentra pistas de la materia oscura del Universo”. *El País*, 10/10/92.
- “Un estudio realizado por físicos españoles pone en duda la existencia de materia oscura en el universo”. *El País*, 20/1/93.
- “El estadounidense K. Kellerman ha investigado la materia oscura del universo y sus consecuencias sobre su destino final”. *El País*, 20/1/93.
- “Científicos británicos estudian la materia oscura del Universo a partir del análisis de un grupo apretado de galaxias”. *El País*, 19/5/93.
- “La observación de la radiación de fondo demuestra indirectamente la existencia de materia oscura en el Universo”. *El País*, 14/7/93.
- “Hallados en una galaxia indicios de la materia oscura del universo”. *El País*, 28/8/94.
- “Un experimento desarrollado en Los Alamos (EEUU) indica que los neutrinos tienen masa y son materia oscura del universo”. *El País*, 1/2/95.
- “Los astrónomos, con el telescopio espacial Hubble, descartan una hipótesis sobre la materia oscura del universo”. *El País*, 1/3/95.
- “Un equipo internacional realiza la *primera detección significativa* de la materia oscura”. *El País*, 26/4/95.

- “El hallazgo de helio intergaláctico permite a los científicos identificar un poco más la materia oscura del universo”. *El País*, 14/6/95.
- “Descubiertos grandes halos de materia oscura en dos pequeñas galaxias”. *El País*, 27/7/95.
- “La velocidad de rotación de las estrellas demuestra que la galaxia está envuelta en un halo gigantesco de materia oscura”. *El País*, 20/9/95.

En el suplemento de “Futuro”, entre 1996 y 1997, el término *materia oscura* aparece dos veces (ninguna en “Abc de la Ciencia”):

- “Materia oscura” (moléculas). *El País*, 23/4/96.
- “Acoso científico a la materia oscura del Universo”. *El País*, 10/12/97.

NOTAS

- ¹ **TREFIL, James.** *La cara oculta del universo. Un científico explora los misterios del cosmos.* (The dark side of the Universe). Trad. por Mora Charles. Planeta (Colección Documento). Barcelona, 1990 (e.o. 1988).
- ² *Ibidem.* Págs. 76-77.
- ³ Este astrónomo, antes de ir a la universidad, fue reportero de sucesos para un periódico de Kansas. (**TREFIL**, *op. cit.* Pág. 39).
- ⁴ *Ibidem.* Pág. 41.
- ⁵ **BURNS, Jack O.** “Macroestructuras del Universo”, en el volumen *Cosmología*, en Libros de *Investigación y Ciencia*. Selección e introducción de Luis Mas. Prensa Científica. Barcelona, 1988. Págs. 96-106.
- ⁶ *Ibidem.*
- ⁷ **TREFIL**, *op. cit.* Pág. 78.
- ⁸ En el suplemento especial de *IAC Noticias* sobre la *II Canary Islands Winter School of Astrophysics*, titulada “Observational and Physical Cosmology” (Cosmología física y observacional) y celebrada en Tenerife, del 3 al 14 de diciembre de 1990. Pág. 14.
- ⁹ **OVERBYE, Dennis.** *Corazones solitarios en el Cosmos.* (Lonely Hearts of the Cosmos). Trad. por María del Mar Moya y Miquel Muntaner. Editorial Planeta (Documentos). Barcelona, 1992 (e.o. 1991). Pág. 337.
- ¹⁰ El término *imán* que utilizamos para referirnos al *Gran Atractor* no debe entenderse en el sentido científico estricto de la palabra, que implicaría fuerza magnética (y no es el caso), sino en un sentido metafórico.
- ¹¹ **TREFIL**, *op. cit.* Pág. 86.
- ¹² Término utilizado por el astrónomo Marc Davis, según **OVERBYE**, *op. cit.* Pág. 366: “David buscaba una palabra para describir el universo que veía, y sólo encontraba *espuma*”.
- ¹³ **SMOOT, George, y DAVIDSON, Keay.** *Arrugas en el tiempo.* (Wrinkles in Time). Trad. por Néstor Míguez y J.A. González Cofreces. Plaza y Janés. Barcelona, septiembre 1994, 1ª edición (e.o. 1993). Pág. 200.
- ¹⁴ **OVERBYE**, *op. cit.* Pág. 398.
- ¹⁵ *Ibidem.*
- ¹⁶ **TREFIL**, *op. cit.* Pág. 85. Nota del traductor.
- ¹⁷ *Ibidem.* Pág. 86.
- ¹⁸ En inglés, *Great Wall*.
- ¹⁹ **OVERBYE**, *op. cit.* Pág. 465.
- ²⁰ **BURNS**, *op. cit.*
- ²¹ Estos astrónomos denominaron *objetos negros* a la *materia oscura*. (**OVERBYE**, *op. cit.* Pág. 350).
- ²² También inventó lo que llamó *astronomía morfológica*, en la que se clasificaban todos los tipos posibles de galaxias y estrellas del Universo. Véase **OVERBYE**, *op. cit.* Pág. 27.
- ²³ *Ibidem.* Págs. 346-347.
- ²⁴ *Abc*, 27/7/95.
- ²⁵ *The Astrophysical Journal*. LV. 314, 1922. Dato proporcionado por Terry Mahoney. Texto en inglés: *Suppose that in a volume of space containing \bar{L} luminous stars there be dark matter with an aggregate mass equal to $\bar{K} \bar{L}$ average luminous stars; then, evidently the effective mass equals $(\bar{L} + \bar{K})\bar{X}$ average mass of a luminous star. We therefore have the means of estimating the mass of dark matter in the Universe.*
- ²⁶ **OVERBYE**, *op. cit.* Pág. 348.
- ²⁷ *Ibidem.* Pág. 349.
- ²⁸ Entrevista personal con Allan Sandage, con motivo de su participación en la reunión “Key Problems in Astronomy”, en enero de 1995.
- ²⁹ **OVERBYE**, *op. cit.* Pág. 198.
- ³⁰ **SAHU, Kailash.** “Microlentes gravitatorias: Sí; MACHOS: No”, en *IAC Noticias* N. 3-1994. Págs. 6-7.
- ³¹ Estos resultados fueron publicados en *Nature* en 1996.
- ³² Fuente: **OVERBYE**, *op. cit.* Pág. 386.
- ³³ **TREFIL**, *op. cit.* 176.
- ³⁴ *Ibidem.* Págs. 176-177.
- ³⁵ *El País*, 8/1/99.
- ³⁶ **HALL, Stephen S.** “Chaos, Quarks, and Quantum Leaps. What’s in a Scientific Name?” en la *Encyclopaedia Britannica Science Update* 1994. Pág. 227. Texto en inglés: “... they also run a considerable risk of incurring the wrath of their colleagues”.
- ³⁷ *Ibidem.* Texto en inglés: “And therein lies the fundamental paradox in the scientific game of ‘naming’: even as the public hungers for terms that make science accessible and meaningful, the scientific community as a rule does not reward the use of colorful language -and in some cases punishes the perpetrators of linguistic innovations”.
- ³⁸ **JIMÉNEZ, Marimar.** Comentario al libro *Voyage to the Great Attractor: exploring intergalactic space*, de Alan Dressler. Libros de la sección de *Futuro* de *El País*.
- ³⁹ **DRESSLER, Alan.** *Voyage to the Great Attractor: exploring intergalactic space.* (1994) Alfred A. Knopf. New York, 1995. Págs. 210-211. Texto en inglés: “When Dave, Ronald, Roger, and I joined Sandy in July 1986 at the Santa Cruz workshop she had organized -‘Nearly Normal Galaxies’- we found ourselves the focal point of a lively debate on how the universe is organized on large scales. We had slashed through what little conventional wisdom had developed on the subject and disrupted the civil discourse -the orderly march to truth. Yahil put it best when he took the podium and chided our group’s disrespect for authority. ‘What are we to do -he scowled- with these seven, these, these ... these Seven Samurai?’”.
- ⁴⁰ **OVERBYE**, *op. cit.* Págs. 463-464.
- ⁴¹ **DRESSLER**, *op. cit.* Pág. 253. “In May 1987, at a conference of the American Physical Society in Washington, D.C., I gave an invited lecture on the large-scale streaming of galaxies and its implications for cosmology. The proceedings included a press conference, where several researchers involved in this kind of work were to bring science reporters up-to date on what had become

the hottest field in astronomy. While trying to explain the enormity of a supercluster mass capable of pulling in galaxies on a cosmic scale, the name "Great Attractor" slipped out, as I waved my hands groping for words grand enough to describe the universe. These words were not grand enough, of course, but the press corps delighted in having "a hook"; the next day Walter Sullivan's story in the New York Times made certain that the name would stick. The other Samurai were surprised when they heard it, and not all of them were pleased. Although they were glad to see our work get public attention, they were justifiably worried about the consequences of attaching a flashy label to a serious piece of scientific work, one that required more than a few catchy phrases to be explained to a lay audience. In fact, the "Great Attractor" label gave us both wings and an albatross, and my fellow Samurai were happy to pass on both the credit and the blame".

⁴² **HALL**, *op. cit.*

⁴³ *Ibidem*. Texto en inglés: "It has caused more problems in my career than any other thing I have ever done".

⁴⁴ *Ibidem*. Texto en inglés: "It shocks me. There is such resentment against the idea that a scientist might be playing to the audience that, if any, we really should be playing to—namely, the public".

⁴⁵ *Ibidem*. Texto en inglés: "It's been very destructive to the scientific discussion".

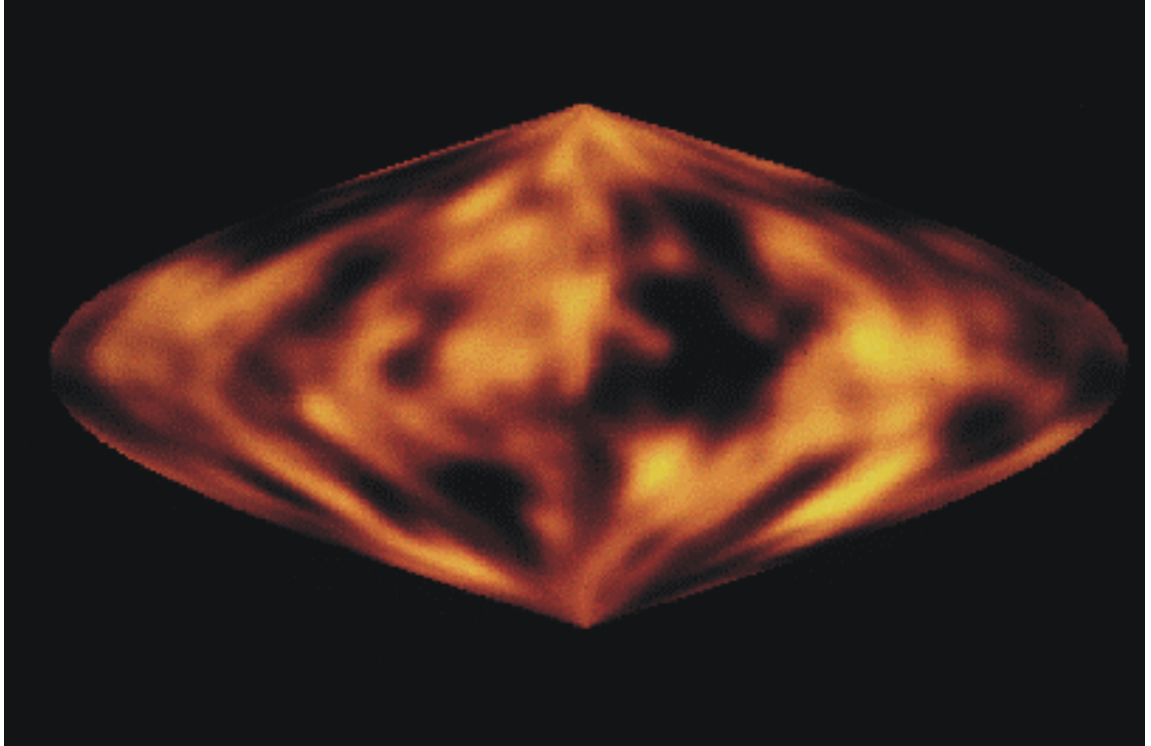
⁴⁶ En el suplemento especial de *IAC Noticias* sobre la *V Canary Islands Winter School of Astrophysics*, titulada "The formation of galaxies" (La formación de galaxias) y celebrada en el Puerto de la Cruz (Tenerife), del 6 al 17 de diciembre de 1993. Pág. 21.

⁴⁷ **OVERBYE**, *op. cit.* Pág. 484

⁴⁸ *Ibidem*. Pág. 473.

⁴⁹ *Ibidem*. Pág. 484.

⁵⁰ **DRESSLER**, *op. cit.* Pág. 253.



Simulación que muestra cómo pudo ser el Universo poco después de la Gran Explosión o Big Bang.

Con los peculiares radiotelescopios del "Experimento de Tenerife para el estudio de la radiación de fondo cósmico de microondas", instalado en el Observatorio del Teide (Tenerife), se identificaron, por primera vez, los llamados COSMOSOMAS (acrónimo de *COSMOlogical Structures On Medium Angular Scales*), las huellas que pequeñas variaciones en la densidad de la materia en el Universo primitivo imprimieron a la radiación que nos llega desde entonces. La identificación de estos primeros "cosmosomas" (término adoptado por la analogía que existe entre estas semillas del Universo actual y los cromosomas, portadores de la información genética de los seres humanos) refuerza la teoría del *Big Bang* frente a otras teorías alternativas sobre el origen del Universo.

© Carlos Gutiérrez (IAC).

CUARTA PARTE:

El experimento

En los capítulos anteriores estudiábamos algunos de los términos astronómicos acuñados en este siglo más conocidos popularmente. En concreto exponíamos, previa divulgación de la ciencia que encierran, las circunstancias en torno a su creación y su aparición más o menos frecuente en los medios de comunicación, incluidos en titulares de prensa.

En esta ocasión analizaremos el proceso de lo que fue concebido inicialmente como un experimento y que ha pasado a ser un capítulo más de este trabajo: la creación y difusión de un término -COSMOSOMAS¹-, acuñado en el Instituto de Astrofísica de Canarias para referirse a uno de sus descubrimientos científicos.

Veremos así la dificultad de introducir términos de origen español en el lenguaje de la ciencia (donde se impone el inglés) y el diferente grado de aceptación de "nuestra" palabra tanto en la comunidad científica como en el ámbito periodístico. Al final, compararemos su evolución con la de los términos astronómicos del siglo XX ya comentados.

El primer capítulo de esta parte seguirá el esquema utilizado en los capítulos previos. Tras una introducción al campo, describiremos la puesta en marcha de nuestro experimento² sobre los cosmosomas. El descubrimiento de los objetos designados con esta palabra, emparentada con la genética, fue el principal resultado científico del conocido internacionalmente como *Experimento de Tenerife*, resultado a su vez de acortar *Experimento de Tenerife sobre el Fondo Cósmico de Microondas*. La detección y localización de los cosmosomas, las semillas del universo actual,

constituye una de las pruebas observacionales más sólidas que respaldan la teoría del *Big Bang*.

Veremos igualmente cómo la expresión *Experimento de Tenerife* ha dado la vuelta al mundo, estando presente no sólo en los foros científicos, sino también en la prensa nacional y extranjera. Por su repercusión internacional y, por tanto, la publicidad dada a la isla donde se ubica el *Experimento* (que incluso forma parte del nombre con que fue bautizada esta investigación), el equipo científico al frente recibió el premio "Teide de Oro 1995", concedido por *Radio Club Tenerife*, de la Cadena *SER*.

Asimismo, añadiremos que durante el transcurso de estos últimos años observando la evolución del término *cosmosomas*, hemos visto triunfar otro nombre astronómico fruto de las investigaciones realizadas en el IAC y del que ya hemos informado en el capítulo correspondiente a las *enanas marrones*, un nuevo tipo de objetos sobre los que no existían reglas para su designación. Nos referimos a *Teide 1*, precisamente la primera enana marrón considerada como tal (después le han seguido otras, como *Teide 2*, *Calar 3*, *Roque 25*,...). Su referencia aquí será breve, dado su amplio tratamiento anterior, y la acompañaremos de otros casos de términos astronómicos acuñados con mayor o menor fortuna en el IAC (o por investigadores de este Instituto), que hemos considerado de interés para nuestro estudio.

NOTAS

¹ Al tratarse, como se explicará más adelante, de un acrónimo formado a partir de la expresión inglesa *COSMOlogical Structures On Medium Angular Scales*, lo veremos escrito con mayúsculas, pero de forma genérica emplearemos el término *cosmosomas*, con minúsculas y en cursiva.

² En 1998 se aprobó en el IAC un nuevo proyecto de investigación titulado “Experimento COSMOSOMAS”, asociado a una serie de instrumentos del mismo nombre que actualmente se están instalando en el Observatorio del Teide. No debe confundirse este Experimento con el que da título a esta Cuarta Parte de nuestro trabajo, aunque ambos están relacionados con las mismas estructuras cosmológicas.

1. COSMOSOMAS, las semillas del Universo

No todos los días se descubren nuevos objetos en el Universo (en contra a veces de la creencia popular). En los capítulos anteriores hemos visto cómo se produjeron algunos de los descubrimientos más relevantes de la astronomía del siglo XX. Entre ellos se encuentran desde una prueba observacional que confirma una hipótesis hasta la detección de objetos inesperados, no previstos teóricamente. En cualquier caso, siempre hacen falta términos nuevos, y el que da título a estas páginas se creó, en parte, con el fin de responder a esa necesidad. Éste y otros motivos se explican a continuación.

1.1. Divulgación científica

“No es fácil -advertía Ignacio García de la Rosa, responsable de la participación del Instituto de Astrofísica de Canarias en la Exposición Universal de Sevilla de 1992- poner el Universo al alcance de la mano del público, con algo más que las tradicionales fotografías astronómicas”. Sin embargo, el IAC quiso ir un poco más lejos en su contribución a la EXPO 92 intentando aunar espectáculo, emoción y seriedad. “Para ello -recuerda García de la Rosa- se diseñaron experimentos basados en programas de investigación reales, pero presentados de forma atractiva para que el visitante de la EXPO pudiera sentir, por un momento, algunas de las emociones reservadas, hasta ahora, a los científicos”.

La presencia del IAC en la EXPO 92 se materializó en cinco módulos que se exhibieron en el Pabellón de Canarias y en el Pabellón del Futuro¹ y que permitieron acceder a la sala de control de un telescopio, observar objetos astronómicos en diferentes rangos del espectro electromagnético, asomarse a ventanas cósmicas para ver galaxias en tres dimensiones, mandar mensajes al espacio exterior y “escuchar” el eco de la Gran Explosión que dio origen a nuestro universo.

Para esta última experiencia, en el Pabellón del Futuro, junto a los Jardines del Guadalquivir y próximo a la antena de radio del IAC de 18 metros de diámetro, se instaló un pequeño radiotelescopio cónico de microondas, copia exacta del operativo entonces en el Observatorio del Teide. Pero en esta ocasión, la señal recibida a la salida del receptor no era procesada en un ordenador con fines científicos, sino que se derivaba hacia un altavoz para que el público de la EXPO pudiera oírla.

La primera impresión del visitante era que este experimento no funcionaba. Sin embargo, parte del ruido audible, similar al de una radio mal sintonizada, estaba producido nada menos que por las ondas que emitió nuestro universo hace unos 15.000 millones de años, poco después del *Big Bang* (la llamada *radiación del fondo cósmico*, de la que hablaremos a continuación). Nunca un instrumento de apariencia tan modesta había llegado tan lejos en el espacio y en el tiempo.

1.1.1. La radiación del fondo cósmico

En 1964, los ingenieros estadounidenses Arno Penzias (n. 1933) y Robert Wilson (n. 1936), de los Laboratorios Bell en Nueva Jersey, estaban adaptando una antena de radio para la recepción de señales de los primeros satélites de comunicaciones, cuando registraron un "ruido" inesperado. Sus primeras sospechas recayeron en un par de palomas que habían anidado en el hueco de la antena. Pero tras limpiar lo que llamaron "blanca sustancia dieléctrica", refiriéndose a los excrementos de las aves, y eliminar todas las posibles causas terrestres, observaron que el ruido se mantenía. Como averiguaron más tarde, tras ponerse en contacto con un grupo de astrofísicos de Princeton, Penzias y Wilson habían descubierto el eco del *Big Bang*, una radiación que procedía del *fondo cósmico* y que inundaba la Tierra en cualquier dirección.

La detección de esta *radiación del fondo cósmico* se puede incluir en la categoría de *serendipia*, es decir, entre los muchos descubrimientos científicos e innovaciones técnicas que fueron cuestión de suerte, o al menos en parte². Royston M. Roberts, que así lo recoge en su libro sobre casos serendípicos³, cuenta que cuando los grupos de Princeton y Bell intercambiaron información concluyeron que el ruido detectado por

la antena de radio de la Bell tenía justo la energía esperada para la radiación remanente del *Big Bang*: "O bien estamos viendo el nacimiento del Universo o (como dice una expresión corriente entre los astrofísicos) ¡ estamos viendo un montón de... de paloma!", dice que dijeron. Y añade, no sin ironía: "Aparentemente las autoridades del Premio Nobel aceptaron la versión más científica de esta conclusión, pues Penzias y Wilson fueron galardonados con el Premio Nobel de Física en 1978."⁴

La *radiación del fondo cósmico* (que no procede de estrellas ni de galaxias, sino del fondo oscuro que vemos, de ahí su nombre) es la luz emitida unos 300.000 años después de la *Gran Explosión* que dio origen al cosmos. Ya en los años 40, como vimos, George Gamow predijo que debía quedar una radiación fósil en el universo actual procedente de esa época primitiva con una temperatura de sólo unos 10 grados sobre el cero absoluto (también Igor Novikov predijo la existencia de esta radiación, según recoge John Gribbin en su *Diccionario del Cosmos*⁵).

En efecto, como resultado de la expansión del Universo en su largo viaje de unos 15.000 millones de años de duración, esta radiación, que comenzó siendo luz, se ha ido enfriando hasta alcanzar una temperatura muy baja: algo menos de 3 Kelvin o - 270°C, una cifra tan sólo un poco inferior a la estimada por Gamow.

Ahora, esta radiación nos llega muy debilitada, principalmente en forma de pequeñas ondas de radio que reciben el nombre de *microondas*; de ahí que se añada este término cuando se habla de la *radiación del fondo cósmico* (el *fondo cósmico de microondas* se conoce en los foros astronómicos por las siglas *CMB*, de su expresión inglesa *Cosmic Microwave Background*).

En el anuncio del descubrimiento de esta radiación hubo anticipación periodística, como cuenta Dennis Overbye en su libro *Corazones solitarios en el Cosmos*:

Antes de que aparecieran los artículos, el periodista científico Walter Sullivan se enteró del descubrimiento y anunció en la primera plana del *New York Times* que los astrónomos habían descubierto la explosión que había dado a luz el universo. Cuando Penzias y Wilson lo leyeron comprendieron finalmente las ramificaciones de su descubrimiento.⁶

Y añade:

En Colorado, Gamow, jubilado ya, leyó las mismas noticias de prensa comprendiendo igualmente bien sus consecuencias, pero con una indignación creciente. Ni el artículo de Princeton ni el de los Laboratorios Bell mencionaban la predicción del grupo de Gamow sobre la radiación de la gran explosión. ... Las peleas sobre la atribución de la radiación de fondo cósmica fueron un golpe bajo para las tradiciones de caballerosidad académica de la cosmología, y explican probablemente que Penzias y Wilson ganaran el premio Nobel de 1978 por su descubrimiento, pero que nadie ganara un premio por haberlo predicho.⁷

La *radiación del fondo cósmico de microondas* ha tenido desde su descubrimiento una importancia estratégica para la cosmología moderna por ser la más antigua que se puede observar en el Universo. Esta radiación proporciona no sólo la prueba más contundente para la teoría del *Big Bang*, sino también -como explicamos en estas páginas- información acerca de la estructura que sirvió de *semilla* para crear los objetos que observamos en el universo actual.

En busca de las anisotropías

Comprender cómo el universo primitivo se transformó en el que ahora vemos es uno de los grandes enigmas por resolver de la astrofísica. Se cree que la actual distribución de galaxias, en forma de cúmulos y supercúmulos, vacíos y demás estructuras, es el resultado de variaciones infinitesimales en la densidad de la materia en una época muy temprana del Universo, muy cerca de su origen.

Las condiciones físicas de entonces hacían que la materia y la radiación estuvieran íntimamente ligadas. Las irregularidades en la distribución de materia habrían dejado su huella en la radiación del fondo de microondas y ahora deberían manifestarse como pequeñas variaciones en la temperatura de esa radiación según las distintas direcciones de observación (*anisotropías* o *inhomogeneidades* en el lenguaje de la ciencia). En otras palabras, la *radiación del fondo cósmico*, aparentemente homogénea, debería no ser igual en todas las direcciones para justificar la existencia de las galaxias.

Sin embargo, y aunque de ello dependía la validez de la teoría del *Big Bang*, a comienzos de la década de los noventa aún no se habían detectado tales *anisotropías*, que para alivio de los lectores sustituiremos con la evidencia de las menos áridas *semillas cósmicas*.

1.1.2. El satélite COBE

En 1976, George Smoot (n. 1945), del Laboratorio Nacional Lawrence de Berkeley (California, Estados Unidos) y su equipo propusieron a la NASA una misión llamada *Cosmic Background Explorer* (Explorador del Fondo Cósmico), más conocido por sus siglas, COBE. La idea era llevar a bordo un instrumento –un radiómetro diferencial de microondas (DMR)- para trazar el mapa del Universo tal como debía de ser 300.000 años después del *Big Bang* y buscar la anhelada prueba de las *semillas cósmicas*.

Este satélite se lanzó finalmente con un cohete *Delta* el 18 de noviembre de 1989, pero fue en 1992 cuando el equipo científico del COBE anunció la detección de *anisotropías* en los mapas del *fondo cósmico de microondas*.

Durante este intervalo en el que no se obtuvieron los resultados deseados, la teoría del *Big Bang* fue duramente atacada por sus oponentes. Los medios de comunicación no fueron ajenos al ambiente de crispación que se produjo entonces:

Los medios de comunicación exageraban la crisis que supuestamente enfrentaba a los teóricos del *Big Bang*. Mientras que los artículos solían ser bastante imparciales, los titulares tenían un tono prematuramente fúnebre: "El *Big Bang*: ¿Muerto o vivo?" se preguntaba *Sky and Telescope* con grandes letras de molde. El suplemento para estudiantes del *USA Today* publicó un artículo cuyo título era "¿Adiós a la teoría del *Big Bang*?", en tanto que otro parecido en *Science News* llevaba el siguiente encabezado: "El origen del Universo. Si no fue el *Big Bang*, entonces ¿qué?". En la misma línea, la revista *Astronomy* publicaba: "Más allá del *Big Bang*. Nuevas informaciones cuestionan las teorías convencionales acerca de la formación del universo". *Science* trató de equilibrar las cosas publicando un artículo titulado: "Pese a los informes sobre su muerte, el *Big Bang* está a salvo". Sin embargo, reconocía que "aun así, los cosmólogos tendrán que reconsiderar muchas de sus creencias sobre lo que ocurrió a continuación".⁸

Tras el anuncio de los resultados de COBE el jueves 23 de abril de 1992, en la reunión anual de la Sociedad Americana de Física, celebrada en Washington D.C., la euforia también llegó a los titulares de prensa. En ellos se describía el hallazgo como el "Santo Grial" de la cosmología, haciéndose eco de una frase muy repetida entonces por los científicos, entre ellos Smoot⁹. Según este científico, la detección de las *anisotropías* salvaba la teoría del *Big Bang*.

A este evidente éxito científico que parecía insuperable le siguió otro no menos importante: los resultados del llamado *Experimento de Tenerife*, que no sólo

detectaba desde un observatorio en tierra las *anisotropías* en la *radiación del fondo cósmico*, sino que, además, permitía localizar espacialmente las primeras *estructuras* que se formaron en el Universo, las primeras *semillas cósmicas*.

1.1.3. El Experimento de Tenerife

Como hemos visto, durante casi tres décadas se buscaron sin éxito las variaciones en la temperatura del *fondo cósmico de microondas*. Conforme se mejoraba la calidad de las medidas con instrumentos más avanzados, se encontraba que ese fondo de microondas era homogéneo y presentaba la misma temperatura independientemente de la dirección en la que se mirara.

En 1983, en los Laboratorios de Radio Astronomía de Nuffield (NRAL), de la Universidad de Manchester en Jodrell Bank (Reino Unido), se planteó que ya se disponía de receptores que, incorporados a un instrumento en funcionamiento permanente, situado en un emplazamiento a gran altitud y con una atmósfera estable, podrían alcanzar la sensibilidad necesaria para detectar la *radiación del fondo cósmico*.

Con esta idea se construyó un pequeño radiotelescopio de doble antena (radiómetro) de 10 Ghz (gigahertzios) y se estableció contacto con el Instituto de Astrofísica de Canarias, pues se sabía que su Observatorio del Teide, en Tenerife, había demostrado ser un buen emplazamiento a lo largo de las observaciones realizadas con el telescopio infrarrojo de 60 pulgadas (1,5 m), el actual Telescopio "Carlos Sánchez"¹⁰.

Se llegó entonces a un acuerdo y el radiómetro se instaló en octubre de 1984. El *Experimento de Tenerife sobre el Fondo Cósmico de Microondas* o, simplemente, *Experimento de Tenerife* nació así fruto de una estrecha colaboración entre el NRAL y el IAC. Actualmente, en este *Experimento* también participa el Observatorio de Radioastronomía de Mullard (MRAO), de Cambridge (Reino Unido)¹¹.

Rafael Rebolo, responsable del proyecto por parte española, nos explica a continuación cómo se fue ampliando el *Experimento de Tenerife* hasta alcanzar su configuración actual.

La calidad de las observaciones del primer año fue excelente, así que se decidió cambiar la resolución angular del experimento aumentando la longitud de las antenas y graduando al mismo tiempo los receptores para conseguir más resolución. A medida que el nivel de sensibilidad alcanzaba el nivel supuesto para el fondo galáctico -radiación que sí procedía de nuestra propia galaxia-, se puso en período de pruebas un nuevo instrumento que funcionaría a la frecuencia, más alta, de 15 GHz, a la que la contaminación galáctica sería 2,5 veces menor y donde, además, el instrumento sería mucho más sensible, al incorporar la más avanzada tecnología de receptores. Este segundo instrumento se instaló en 1987.

Y añade:

Dado que los dos instrumentos están combinados a escala, para obtener exactamente la misma respuesta en el cielo, y que para el análisis final se precisan los datos de ambos, se pensó que deberían considerarse como un experimento único con un solo nombre. Fue así cómo el *Experimento de Tenerife* se convirtió en un conjunto de instrumentos en constante evolución y no en un solo aparato fijo, especialmente con la llegada, en 1992, de un nuevo radiómetro que funcionaba a la frecuencia de 33 GHz y que respondía a la necesidad de alcanzar niveles aún más bajos fuera del alcance de la emisión galáctica. En la frecuencia de 33 GHz, la señal galáctica debía disminuir en, al menos, otro factor de cinco, con lo que cualquier señal que apareciera en los tres instrumentos en la misma amplitud debía obedecer a las perturbaciones térmicas propias de la radiación del fondo cósmico que se buscaban.¹²

Después de más de doce años de investigación, las medidas de temperatura acumuladas con estos pequeños radiotelescopios de doble antena instalados en el Observatorio del Teide permitieron identificar y localizar las primeras *estructuras* cosmológicas en la radiación del fondo de microondas. La primera de ellas, consecuencia de la formación de grandes aglomeraciones de materia tan sólo 300.000 años después de la *Gran Explosión*, fue detectada en la constelación de *Canes Venatici (Perros de caza)*.

“Los primeros resultados -informa Rebolo- fueron anunciados en septiembre de 1993 en un *Workshop* sobre el CMB organizado en Capri. Pero fue el 27 de enero de 1994 cuando el equipo del *Experimento de Tenerife* publicaba en *Nature* la identificación inequívoca, utilizando datos procedentes de los tres radiómetros, de variaciones en la intensidad de la radiación asociadas a regiones individuales calientes y frías con una amplitud de 80 microkelvin. El satélite COBE había hallado previamente evidencias estadísticas de la presencia de tales fluctuaciones a escalas angulares grandes en los datos obtenidos a lo largo de su primer año. La detección de *estructura* común se

confirmó en 1995 mediante una correlación cruzada entre los datos de Tenerife y los de COBE."

1.1.4. Planck y otros proyectos

A las observaciones del *Experimento de Tenerife* se han añadido posteriormente las de otros instrumentos que se están instalando en el Observatorio del Teide, entre ellos los que forman el *Experimento COSMOSOMAS*. En un futuro próximo se prevé extender estos estudios con la instalación de varios instrumentos, como el VSA (*Very Small Array*), una red interferométrica propuesta por el MRAO de Cambridge en colaboración con el NRAO y el IAC. Con este tipo de instrumentación se podrán resolver grandes enigmas de la cosmología moderna, como son la densidad del Universo, la composición *bariónica* de la materia¹³, el tipo y la cantidad de la *materia oscura*, la *constante de Hubble* y la *constante cosmológica*. "Al cubrir escalas angulares más finas -explica Rebolo-, esta instrumentación y el *Experimento de Tenerife* harán realidad la posibilidad de medir el espectro angular en su totalidad y determinar cuál es la cosmología que rige realmente el Universo".

Los resultados que se obtengan con el VSA serán complementarios con los de la futura misión espacial *Planck*¹⁴, nuevo satélite científico de la Agencia Espacial Europea para el año 2007. Con dos instrumentos que operarán en el rango milimétrico y submilimétrico del espectro, su objetivo será investigar la *anisotropía del fondo cósmico de microondas* con una resolución angular y una sensibilidad sin precedentes. El IAC, que ha participado en este proyecto desde su concepción a principios de 1993, colaborará en varias etapas, tanto en el diseño y la electrónica de control de los radiómetros como en el análisis de los datos, aprovechando la experiencia obtenida con el *Experimento de Tenerife*. *Planck* será la contrapartida europea y la versión ostensiblemente mejorada del satélite americano COBE.

Como director del Instituto Max-Planck de Astronomía de Munich (Alemania), el astrofísico Simon White, presente en la reunión internacional para planificar esta nueva misión espacial, celebrada en Tenerife de 2 al 4 de octubre de 1997, se mostró muy satisfecho de que el satélite se haya bautizado con el nombre de *Planck*:

Espero que sirva para persuadir a las organizaciones de las que depende de que faciliten más fondos para analizar los datos que se obtengan con esta misión. Para nosotros fue un regalo el que la ESA decidiera denominar a la misión "Planck Surveyor". La razón por la que eligieron ese nombre es que la radiación de fondo cósmico de microondas tiene espectro de cuerpo negro¹⁵, algo que Max Planck predijo de forma teórica a principios de siglo. Y resulta que esa radiación de fondo cósmico de microondas es la radiación de un cuerpo negro más perfecta que se conoce, más cercana a la idea teórica de Planck que cualquier campo de radiación que hayamos podido crear artificialmente en la Tierra. Así que nuestro conocimiento de las desviaciones del espectro proceden en realidad de nuestras limitaciones para medir las desviaciones, no podemos calibrar con respecto a nada que exista en la Tierra que sea un cuerpo negro tan perfecto como el cielo. Desde ese punto de vista y como Planck fue quien predijo la forma teórica del espectro del cuerpo negro, es muy apropiado que el satélite lleve su nombre".¹⁶

1.2. Historia del término

Hasta aquí, hemos mantenido las expresiones más o menos prosaicas que suelen utilizar los investigadores en este campo: *anisotropías, fluctuaciones, inhomogeneidades, estructura, escalas angulares, ...* Pero un descubrimiento tan importante en el marco de una teoría tan popular como el *Big Bang* debía encontrar una terminología más atractiva para todos los públicos. De ahí los intentos que en este sentido se han hecho, con varias propuestas que se describen a continuación.

1.2.1 Las arrugas de Smoot y las semillas cósmicas

"Cuando en 1992 se anunció que el satélite COBE había descubierto arrugas en la estructura del espacio-tiempo, se produjo un notable interés público por el origen y la evolución del universo"¹⁷. Así comienza George Smoot el libro *Arrugas en el tiempo*, introduciendo ya en el título su propuesta terminológica. El término *arrugas* (la traducción literal de *wrinkles*, en inglés) aparece varias veces a lo largo del libro y en ocasiones acompañada de atrevidas metáforas, como la del "Santo Grial" ya mencionada:

Es a través de la radiación de fondo que mis colegas y yo esperamos descubrir nuestras arrugas en el tiempo, el Santo Grial de la cosmología.¹⁸

También cuento las aventuras de mis colegas y yo en nuestra larga búsqueda de las arrugas en el tiempo, esos ecos distantes de la primera formación de las galaxias.¹⁹

Aunque la justificación del término acuñado por este autor se expone más adelante y como sigue:

Para sus descubridores, la radiación de fondo proveniente de todas las regiones del universo tienen la misma apariencia, una imagen que muestra un tejido uniforme de espacio y energía. Pero para que las estructuras se condensaran a partir de los productos del Big Bang, ese tejido uniforme tiene que haber tenido pequeñas arrugas, fluctuaciones en la temperatura causadas por las áreas de mayor densidad. De acuerdo con la teoría del Big Bang, la materia (familiar y no familiar) puede haberse condensado para más tarde formar estructuras galácticas en esas áreas a través de la gravedad. Estas arrugas -a las que podemos llamar *semillas cósmicas* de las que crecieron las galaxias- tienen que haber estado presentes, pues de otra manera la cosmología moderna, y específicamente la teoría del Big Bang, se verían en serias dificultades.²⁰

Tras hacerse públicos los resultados del *Experimento de Tenerife*, se propuso un nuevo término -cosmosomas- para referirse a estas primeras estructuras cosmológicas en la radiación del fondo de microondas. Aquí defendemos esta nueva palabra como alternativa a las expresiones empleadas hasta entonces: *semillas*, *arrugas*, *huellas cósmicas*,... Se trata de un término de origen español cuya gestación se explica en el siguiente apartado.

1.2.2. El Club Dumas y los COSMOSOMAS

El experimento al que hacíamos referencia ya en el título de esta Cuarta Parte (no propiamente el *Experimento de Tenerife*) surgió tras largas conversaciones que culminaron en dos días de reunión con científicos del IAC. Juntos constituimos lo que llamamos *Club Dumas*²¹ e ideamos un pequeño proyecto que consistía en crear un nuevo término astronómico. Este término debía responder a un hecho científico concreto aún sin bautizar, formar parte de un campo de investigación astrofísica poco explorado y prometedor y ponerse en circulación tanto en el ámbito científico como entre los medios de comunicación.

El lunes 12 de abril de 1994 convocamos una reunión e invitamos a participar en ella a una docena de miembros del IAC, en su mayoría astrofísicos²². Tras una introducción sobre el motivo de la reunión (que solamente se había insinuado en la convocatoria), expusimos en qué consistiría el experimento, para lo cual prácticamente ya habíamos decidido acotar el campo: sería un término

cosmológico, relacionado con el *Experimento de Tenerife*, del que se acababan de publicar los últimos resultados. De ahí que se invitara a la reunión a la mayor parte del equipo de este *Experimento*²³. (Previamente, en una reunión que mantuvimos con el astrofísico José Manuel Vilchez, pensamos que el campo podría estar relacionado con la búsqueda de planetas, un tema que como intuíamos se ha puesto de moda tras algunos años de silencio).

Propuestas alternativas

La nueva palabra debía sustituir al término *estructuras*, utilizado en el artículo publicado en *Nature* así como en las notas de prensa e informaciones del IAC. Entendíamos que el término *estructuras*, además de polisémico, resultaba *frío* y *arquitectónico*. Ya conocíamos las preferencias americanas, principalmente *seeds* (*semillas*, en inglés) y, el más original hasta entonces, *whrinkles* (*arrugas* o *surcos*, en inglés), que en su libro había popularizado Smoot, protagonista de los resultados del satélite COBE. Debíamos encontrar una palabra idónea en castellano para estas estructuras. (El astrofísico Eduardo Battaner, de la Universidad de Granada, había propuesto llamarlas medio en broma *Goliaths*, aludiendo a la enorme cantidad de materia que habrían involucrado).

Decidimos volvernos a reunir al día siguiente, martes 13 de abril, con una serie de propuestas de términos²⁴. A continuación se listan todos los que se propusieron en español, algunos con su traducción al inglés o solamente en este idioma, y que resultaron de aquella "tormenta de ideas":

- Salpicaduras/*Splash*
- Colinas en rojo/*Redhills, Cosmic hills*
- Cicatrices rojas/*Redscars*
- Rebolos cósmicos/*Cosmic Reballs*
- Piel de sapo
- Matiz/*Shade, Nonance*
- Cratones cósmicos/*Cosmic cratons*
- Aries
- BEN (*Background Emission Nonance*)
- Galamarks/*Galactic footmarks*
- Huellas en la radiación de fondo
- Lagunas cósmicas/*Cosmic Lagunae*
- ALAZAR
- Arqueones/*Archeons*
- Cosmosporas

- Holosporas
- Anisotropies echoes
- KOANS (puzzles)
- TANTRA
- MASS
- MASA
- Protoplastas
- MISS (*Microwave Super Structures*)
- CMB
- MASCA (*Medium Angular Scale/Structure Cosmic Anisotropies*)
- MARCA (*Medium Angular Radiation/Relic Cosmic Anisotropies*)
- MASS-MASA
- Continentes cósmicos/ Cosmic mainlands
- Huevos de Coloso/Colossus Eggs
- Granos en la cara de Dios
- Teolitos/Teolites.
- La huella de Dios
- Grumos en salsa bechamel
- Loomps
- Chicken pots
- SCS (*Supercluster Seeds*)
- Genes cósmicos
- Cosmogones²⁵

Como vemos, muchas de las propuestas eran un tanto disparatadas, otras insistían en las siglas o el acrónimo. Hubo una propuesta en inglés *Imprints on the Relic Radiation*, argumentada de la siguiente manera: *Relic Radiation* es un término ya acuñado para referirse a la radiación de fondo; *Imprints* significa "huella", marca que se deja sobre algo y que permanece después de que desaparezca la causa. Así se unen los conceptos de antigua, fósil (*Relic*), y de permanencia del efecto al desaparecer la causa (*Imprint*). Pero como también decía la propuesta, sería un buen título para un congreso en inglés, pero no un término para poner en circulación entre la comunidad hispanohablante.

Los "cromosomas" del Universo

Las propuestas más originales reivindicaban términos procedentes de culturas antiguas o prehistóricas. Otras tenían una base genética. También relacionada con esta ciencia, la última propuesta fue aceptada por unanimidad, aunque el equipo del *Experimento de Tenerife* lo hizo con cautela. El término elegido fue *cosmosomas*, "los cromosomas del Universo".

Se escogió este término por la analogía existente entre estas semillas del universo actual y los cromosomas, portadores de la información genética de los seres humanos. Al mismo tipo de analogías biológicas corresponde esta definición de las

galaxias dada por Rafael Rebolo en una conferencia pronunciada en el Museo de la Ciencia y el Cosmos: "Las galaxias son las células que constituyen nuestro universo, las unidades fundamentales que hemos identificado y que se repiten con gran frecuencia en él"²⁶.

Sin embargo, el paralelismo con *cromosomas*, circunstancia que podría favorecer su comprensión y aceptación popular, fue objetada por el hecho de que los cromosomas son unidades muy pequeñas, mientras que nos estábamos refiriendo a las estructuras más grandes del Universo; pero la objeción fue desestimada alegando que la componente *cosmos-* del término ya magnificaba de por sí dichas unidades. Etimológicamente, *cosmosomas* era una palabra de raíces griegas compuesta de *cosmos* y *somas* (que significa "cuerpos"), es decir, "cuerpos del universo", que de algún modo nos remite a las mencionadas estructuras.

Aunque la idea era mantener el uso de la palabra española, el término también se prestaba a ser traducido al inglés sin que la propuesta *-cosmosomes-* resultara malsonante. Para vencer las posibles reticencias de la comunidad científica - mayoritariamente angloparlante- decidimos reforzarlo como acrónimo²⁷ de una expresión inglesa. Así, *COSMOSOMAS* resulta de *COSMOStructures Of Medium Angular Scale* (obsérvese que se incorpora otro nuevo término: *Cosmostructures*), que con el tiempo evolucionó a *COSMOlogical Structures On Medium Angular Scales*, es decir, "estructuras cosmológicas a escalas angulares medias". Ahora el término también se emplea lexicalizado como *cosmosomas*.

Como veremos en los registros, llegó a publicarse una variante que modificaba el acrónimo inicial para adaptarse al inglés. Esta variante era *COSMOSOMES*, correspondiente a *COSMOlogical Structures On MEdium Scales*.

Curiosamente, como hemos descubierto a última hora y a raíz de las encuestas realizadas entre astrónomos y periodistas científicos (véase el apartado 1.2.4., sobre el seguimiento de la difusión), existe una mariposa tropical del género *Arctiidae* llamada *Cosmosoma demantia*. (Dato proporcionado por el periodista científico Manuel Toharia, director del Museo de la Ciencia de la Fundación La Caixa de Madrid).

El Manifiesto

Todos los presentes en aquella reunión firmamos lo que llamamos *El Manifiesto*, en el que declarábamos “que reunidos en La Laguna (Tenerife), en el Instituto de Astrofísica de Canarias, con fecha 13 de abril de 1994, asistieron a la creación de un nuevo término científico: COSMOSOMAS, propuesto por Carmen del Puerto para designar con el mismo las estructuras a las que se refieren los resultados del Experimento de Tenerife sobre el Fondo Cósmico de Microondas”.

La definición propuesta por Rafael Rebolo para *cosmosomas* es “estructuras en la radiación del *Fondo Cósmico de Microondas*”, o también, más extensa, “huellas que las primeras inhomogeneidades en la distribución de materia en el Universo dejaron impresas en el *Fondo Cósmico de Microondas*”.

1.2.3. Problemas terminológicos

Tras sondear la opinión de científicos y periodistas, apuntamos aquí algunas “pegas” que se hacen al término *cosmosomas*:

- Su origen intencionado, que puede entenderse como un intento de manipulación.
- La longitud de la palabra. Es demasiado larga, aunque su paralelo con *cromosoma* es su atractivo (siempre y cuando se conozca el significado de este último término).
- Es un término acuñado en español, lo que según los científicos la condena al fracaso.
- Se trata de un acrónimo irregular, que mezcla idiomas y siglas y acuñado a posteriori.

- No se acuñó coincidiendo con el descubrimiento, sino posteriormente, cuando ya circulaban otros términos. (Aunque este proceso fue el seguido por muchos términos ahora corrientes).
- Debe competir con términos en inglés más asentados, un efecto de la inercia de la terminología.
- Evolución del término hasta adoptar su versión final y las diferentes adaptaciones al inglés.
- El término implica antropomorfismo.

Pilar de Vega, como experta en lexicografía, ha tenido la amabilidad de hacernos el siguiente análisis comentado sobre COSMOSOMAS:

Desde luego, se trata de un acrónimo muy especial, no sólo por la mezcla de lenguas, sino también por la inclusión de una palabra no gramatical (la preposición *On*, en este caso), pero cada vez más se tiende a la heterodoxia en este sistema de designación y, por ejemplo, del **D**iploma **E**spañol **C**omo **L**engua **E**xtranjera se llama en la UNED **DECL**E, contraviniendo también la norma de emplear en los acrónimos sólo palabras con significado léxico. Además, recuerdo que don José M. Torroja comentaba a menudo la tendencia de la Astronomía a formar siglas y acrónimos más o menos "amañados", ajustando a veces con calzador el nombre propuesto a un sintagma más o menos válido desde el punto de vista significativo. En fin, que no me parece grave el que la formación sea irregular, como tampoco me lo parece el que la palabra pueda ser un poco larga, ni mucho menos su origen intencionado, porque los referentes se nombran cuando se nos aparecen, y desde Saussure sabemos que ese "nombramiento" es el resultado de una convención. El único punto negro que me parece que pueda ensombrecer a COSMOSOMAS es la existencia de otros términos sinónimos en inglés, ya asentados, porque aunque nada impide la coexistencia de sinónimos, sobre todo en el lenguaje científico, sí es verdad que se tiende a una universalización terminológica, con el inglés como lengua unificadora.

Por su parte, Terence Mahoney piensa que sería más adecuado el término *cosmosoma* en singular y que habría que olvidarse del "pseudoacrónimo" COSMOSOMAS. También nos ha hecho el siguiente comentario:

Yo añadiría que *cosmosome*, como una traducción de la palabra (no acrónimo) *cosmosoma* podría tener éxito si a los usuarios les gusta. Se ha complicado la aceptación del término con intentar violar la lengua mutilándola con el propósito de convertir el término en acrónimo. *Cosmosoma* (o *cosmosome*) es aceptable como término, pero COSMOSOMAS no tiene justificación como acrónimo.

1.2.4. Seguimiento de la difusión

Tras la aceptación unánime del término *cosmosomas*, debíamos intentar conseguir una amplia difusión. Ya habíamos perdido magníficas oportunidades.

De haberse planteado el experimento con anterioridad, unos años antes, las entonces prometedoras investigaciones del Grupo del Fondo Cósmico del IAC habrían empezado a utilizar ya la palabra *cosmosomas* para referirse a aquellas estructuras primigenias.

Cuando George Smoot hizo públicos los resultados del satélite *COBE*, quizá este científico habría considerado nuestra palabra y quién sabe si no hubiera titulado de otra forma su libro de éxito *Arrugas en el Tiempo*.

Pero, sobre todo, cuando la revista *Nature* publicó los resultados del *Experimento de Tenerife* el 27 de enero de 1994, debimos tener prevista esta palabra para aprovechar el tirón periodístico en medios nacionales y extranjeros. (Los resultados del *Experimento de Tenerife* han sido uno de los descubrimientos científicos del IAC con mayor repercusión en los medios de comunicación).

El astrónomo Joseph Silk, quien comentó el artículo publicado en *Nature* en ese mismo número de la revista, fue invitado en marzo de 1994 (de nuevo antes de la creación del término *cosmosomas*) a participar en los Coloquios para Investigadores que el IAC y la Fundación BBV organizan periódicamente y, como tal, le entrevistamos para *IAC Noticias*. Después le escribimos personalmente enviándole el número correspondiente con su artículo y la información sobre esas primeras estructuras cosmológicas.

También la presentación, el 8 de febrero de ese mismo año, que hizo Rafael Rebolo en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife sobre los resultados publicados fue otra oportunidad perdida.

Registros de *cosmosomas*

Desde su creación en 1994 venimos haciendo un seguimiento de la difusión que el término *cosmosomas* ha alcanzado en los diferentes ámbitos de aplicación.

Entre la comunidad científica, las reticencias se manifiestan en la escasa aparición del término en la literatura afín. Sólo hemos registrado algunas excepciones, y en la mayoría de estos casos los autores proceden del IAC o son colaboradores habituales directamente involucrados en las investigaciones. El uso de la palabra *cosmosomas* por científicos ajenos a este Instituto podría ser una cuestión de tiempo y debemos concluir que aún es pronto para hacer una previsión de la evolución del término. Una evolución comparable, si queremos, a la del propio Universo, que podría “expandirse, contraerse o permanecer estático en el futuro”.

En cuanto a su repercusión en los medios, observamos que el término *cosmosomas* sí tuvo su aceptación coincidiendo con la publicación de la noticia, si bien la fuente de la información fue de nuevo el propio IAC, cuya autoridad científica no suele ser cuestionada por los medios.

A continuación destacamos todas aquellas acciones, con sus correspondientes resultados, llevadas a cabo para difundir y lograr una mayor implantación del término *cosmosomas*.

AÑO 1994

- El término *cosmosomas* fue creado el 13 de abril de 1994. Justo un mes después, el 13 de mayo, tras un comunicado de la *Agencia Efe* de Tenerife, titulado “Astrofísicos inician Experimento búsqueda *cosmosomas* Universo”²⁸, era reproducido en radio y televisión -*Telecanarias* y *Radio Cinco Todo Noticias*- y, posteriormente, por la prensa local: *La Gaceta de Canarias* y *Diario de Avisos*, el 15 y el 16 de mayo, respectivamente. El primero de estos periódicos le dio un tratamiento de media página con una fotografía del Observatorio del Teide, y el segundo hizo una llamada en primera página que continuaba en la página 53. En días posteriores también se interesaron otros medios de comunicación.

El comunicado de la *Agencia EFE* surgió espontáneamente, sin mediación nuestra. El periodista sabía de la ampliación del *Experimento de Tenerife* con un nuevo instrumento en el Observatorio del Teide, ya mencionado en una

entrevista previa que había mantenido con Rafael Rebolo, coincidiendo con la publicación de los resultados en *Nature*.

- *IAC Noticias* recogió por primera vez el término *cosmosomas* en su número 1-1994. Este término aparece en los titulares entresacados de la primera página ("Resultados del Experimento de Tenerife sobre el Fondo Cósmico de Microondas: descubiertos los primeros 'cosmosomas'"), en los resúmenes en inglés de la página 2, en la información de la página 4 sobre los resultados publicados por *Nature* ("El Experimento de Tenerife observa directamente el Universo poco después de la Gran Explosión") y en el artículo firmado por Rafael Rebolo en la página 5, bajo el título "Búsqueda de las variaciones espaciales en la temperatura del fondo de microondas":

La razón entre la amplitud de las variaciones y el tamaño de la barra de error permitía identificar las primeras estructuras de origen cosmológico en el Fondo de Microondas, estructuras de tamaño angular medio que nuestro grupo ha comenzado a denominar "COSMOSOMAS" (COSMOStructure on Medium Angular Scale).

Rebolo encontró los primeros errores tipográficos en su artículo, ocasión que aprovechamos para insertar una *Fe de Erratas* en la revista advirtiendo de ellos y de otro error, a saber el plural de COSMOStructure... (también debería haber sido plural *Scale*). Errores que comunicamos por correo electrónico a todo el personal del IAC, que ya tenía en su poder este número (repartido el viernes 13 de mayo). Hasta estos errores fueron utilizados para seguir llamando la atención sobre la palabra. El término no aparece, en cambio, ni en la entrevista con el cosmólogo Joseph Silk, ni en la transcripción de la conferencia pronunciada por Rafael Rebolo en el Museo, que fueron previas a la creación del término.

- En *IAC Noticias* N. 2-1994 se habla de los *cosmosomas* con motivo de la colaboración entre el Instituto Bartol y el IAC para un nuevo experimento sobre el Fondo Cósmico de Microondas en el Observatorio del Teide. El resumen en inglés de esta noticia, que aparece en el sumario de la página 2, también contiene el término.

- Se introdujo intencionadamente el acrónimo *COSMOSOMAS*, en su primera versión, en el informe del Área de Investigación de la *Memoria del IAC 1993* (pág. 15), aunque ese año la palabra aún no existía.
- En el *Informe Anual* del Comité Científico Internacional de los Observatorios de Canarias (*CCI Annual Report*) de 1993, editado en español e inglés, se introdujo bajo el epígrafe "Logros Científicos/Scientific Highlights" (págs. 12-13). A tiempo se corrigió la explicación definitiva del acrónimo, que acordamos sería "COSMOlogical Structures On Medium Angular Scales". Se incorpora como nueva abreviatura a la lista que aparece al final del informe.
- El término se recoge en los paneles expositivos de la propia instalación del *Experimento de Tenerife* en el Observatorio del Teide.
- J.J. Benítez, popular escritor experto en temas paranormales y de ufología, solicitó información sobre los descubrimientos más importantes desde el Observatorio del Roque de los Muchachos. En la información que le proporcionamos incluimos también el descubrimiento más importante desde el Observatorio del Teide: los *cosmosomas* del *Experimento de Tenerife*. No sabemos si esta acción tuvo consecuencias.
- La editorial Planeta de Agostini nos solicitó material fotográfico para una enciclopedia en CD-ROM que pensaban editar al cabo de un año. Los pies de fotos que preparamos eran extensos; en los correspondientes a los radiómetros del Observatorio del Teide y a una simulación del universo primitivo se mencionaban los *cosmosomas*. Finalmente no se respetó la extensión de estos pies y creemos que nuestro término no apareció.
- La primera vez que alguien ajeno al IAC utilizaba el término *cosmosomas* fue en una entrevista que el periodista Miguel González Santos hizo a Rafael Rebolo, primero para el programa *Campus* que se estaba grabando y, después, para el informativo *Telecanarias* de las 13:30h. (El comunicado de *EFE* también había llegado a TV).

- El periodista científico Alberto Aguirre de Cárcer, del diario *ABC*, entrevistó a Rafael Rebolo el lunes 16 de mayo. El artículo se publicó el 3 de junio, en las páginas de la sección "ABC de la Ciencia", dentro del suplemento *ABC Cultural* (Número 135). El titular "En busca de 'cosmosomas'" abría el suplemento de ciencia, que le dedicaba tres páginas en forma de reportaje (en páginas interiores titularía "Astrofísicos españoles buscan nuevos 'cosmosomas' en el eco del Big Bang"). Un gráfico, elaborado por Pedro Sánchez y que citaba como fuente al CERN, explicaba el *Big Bang* según la física de partículas: la representación gráfica de la radiación recuerda a propósito la forma de los cromosomas humanos.
- Al cabo de dos semanas, se recibieron en el IAC los primeros recortes de prensa de periódicos y revistas españoles que recogían el término *cosmosomas*. Los periódicos *Alerta*, *La Voz de Galicia*, *Diario de Avisos* y *La Crónica* reproducían el comunicado de *EFE*.
- Gustavo Suárez Pertierra, siendo Ministro de Educación y Ciencia, presidió el 31 de mayo de 1994 la reunión anual del Consejo Rector del IAC en el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma). En la conferencia de prensa que con motivo de esta reunión tuvo lugar al día siguiente, 1 de junio, el Ministro mencionó "la cuestión de los *cosmosomas*" como el logro más importante a destacar de la labor realizada por el Instituto a lo largo del año. Los medios de comunicación, sin embargo, no lo recogieron entonces en sus informaciones por centrarse en el tema más trascendente de esta reunión: el "Gran Telescopio Canarias".
- Los *cosmosomas* aparecieron en el periódico *Educación Canaria* en junio de 1994 como resultado de una entrevista con el Director del IAC, Francisco Sánchez.
- Durante los primeros días de septiembre, un grupo de periodistas de medios de comunicación internacionales en Canarias visitaron el Observatorio del Teide. Los *cosmosomas* se incluyeron, como suele hacerse desde entonces, en la explicación que se les dio sobre el *Experimento de Tenerife*, instalado en este observatorio.

- Francisco Sánchez habló de los *cosmosomas* en la conferencia titulada “El Universo, el Hombre y la Evolución”, que pronunció en el curso “El Hombre ante el Universo”, organizado por el IAC en colaboración con la sede en Sevilla de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP), del 19 al 23 de septiembre de 1994. El 21 de septiembre, un alumno del curso mencionó los *cosmosomas* (“eso que los astrofísicos han descubierto hace uno o dos años”, dijo).
- Carlos Gutiérrez, miembro del equipo del Experimento de Tenerife, habló de los *cosmosomas* en su contribución oral a un congreso celebrado en Odessa (Ucrania), en 1994. (Esta comunicación científica se convirtió en un artículo con árbitro que fue enviado en 1995 y publicado finalmente en 1996 en *Astronomical and Astrophysical Transactions*, una revista rusa, pero en inglés).
- El Gabinete de Dirección del IAC editó dos nuevas fichas de divulgación, que se sumaban a las ya editadas de “Agujero Negro” y “El Calendario”. En esta ocasión se trataba de “Arqueoastronomía” y de “COSMOSOMAS en la radiación del fondo de microondas”. Las *prisas* de final de año hicieron que una de las fotos de la ficha de “COSMOSOMAS ...” estuviera equivocada y que, además, no aparecieran los números que identificaban las fotos con sus respectivos textos. Se reeditó la ficha, de modo que estuvo lista para la reunión *Key Problems in Astronomy*, que se iba a centrar en la Cosmología (véase 1995). Una de las dos caras de esta ficha fue reproducida en la última página de *IAC Noticias* N. 4-1994 (en el interior se habla de esta nueva ficha en la página 29).
- Fracasaron nuestros intentos de que los *cosmosomas* aparecieran en el programa de la *BBC* que elaboró la periodista Joanna Goodman sobre el *Experimento de Tenerife*, con imágenes del Observatorio del Teide. En la entrevista que mantuvo con Robert Watson se habló de ellos.
- El Director del IAC menciona los *cosmosomas*, desde su creación, como hito científico del IAC en conferencias y entrevistas tanto para medios nacionales como extranjeros.

- Rafael Rebolo, como los demás miembros del Grupo del Fondo Cósmico del IAC, también suele emplear la palabra *cosmosomas*, desde su creación, en cursos y conferencias impartidos sobre el tema.

AÑO 1995

- El año comenzó con una revisión de paradigmas científicos. En el Puerto de la Cruz y organizado por el IAC y la Fundación BBV tuvo lugar el encuentro *Key Problems in Astronomy* (Problemas Clave en Astronomía), que reunió a algunos de los astrónomos más importantes del siglo XX. Uno de ellos, Allan Sandage, dio su visto bueno a esta palabra, de la que dijo que era “una invención fantástica” (“*That's a fantastic invention*”,...), en una entrevista personal que mantuvimos con él. Sandage firmó un autógrafo en una de las fichas divulgativas sobre los *cosmosomas* que se repartieron en esta reunión.
- Otro científico invitado a la reunión anterior, el cosmólogo francés de origen canadiense Hubert Reeves, a quien también satisfizo el término *cosmosomas*, quiso incluirlo en una de las transparencias de su charla titulada “Clues to the early development of galaxies” (Claves para el desarrollo primigenio de las galaxias). Como puede comprobarse en los vídeos que recogen todo el desarrollo de esta reunión, Reeves parece mencionar la palabra *cosmosomas* en inglés -*cosmosomes*-, pero el término que aparece finalmente escrito en la transparencia es *cosmozones*, de evidente analogía fonética. Creemos que este cosmólogo quizá reparó en el equívoco posteriormente al ver nuestra palabra escrita, cuando le entregamos la ficha sobre los *cosmosomas*. Sin embargo, también pudiera ser que Reeves, gran divulgador científico y autor de libros con títulos tan sugerentes como *Paciencia en el azul del cielo*, *La hora de embriagarse: ¿tiene sentido el Universo?* y *Últimas noticias del cosmos*, hubiera acuñado intencionadamente un nuevo término en competencia con el nuestro.
- El cosmólogo Malcolm Longair, del Laboratorio Cavendish de Cambridge y también presente en la reunión *Key Problems in Astronomy*, si bien nos dijo en una entrevista personal que la palabra *cosmosomas* no le gustaba demasiado en principio, nos comentó que habría que esperar para ver su evolución. “Si es

buena o mala -dijo- dependerá de su utilidad para el concepto. Las palabras inventadas a veces sobreviven y a veces no".

- En una entrevista mantenida con Martin Rees en el verano de 1995, en el Instituto de Astronomía de Cambridge, este astrofísico nos dio su opinión sobre el término *cosmosomas*, del que había sido informado en la reunión *Key Problems in Astronomy*. "Es una palabra muy buena, porque no hay otra palabra para describir estas enormes estructuras *embrionarias*; así que está bien tener una nueva palabra para ellas"²⁹, dijo. Y añadió que intentaría usarla.
- En la Propuesta científico-técnica del telescopio de 8 metros para el Observatorio del Roque de los Muchachos³⁰ -"The ORM 8-M Telescope Proposal"-, en la página 14, bajo el epígrafe "Scientific Case" (Caso científico) y el título "Structure in the Universe" (Estructura en el Universo), se decía:

Aún no se comprende muy bien la evolución que el Universo ha seguido, desde los *cosmosomas* primordiales (*COSMOlogical Structures On Medium Angular Scales*) detectados con los experimentos del fondo de microondas hasta las actuales estructuras de cúmulos y supercúmulos, filamentos y vacíos.³¹

- El astrónomo Paul Murdin, director de Astronomía del PPARC (*Particle Physics and Astronomy Research*), del Reino Unido, nos comentó en una entrevista personal en Cambridge que la palabra *cosmosomas* le parecía "fascinante", pero añadió: "Espero que alguien pruebe que estas cosas realmente existen"³². Al preguntarle qué relación podrían tener con la investigación científica más apropiada para un gran telescopio como el español de 10 metros proyectado para el Observatorio del Roque de los Muchachos, nos contestó:

La gran ventaja de un gran telescopio, especialmente si se sitúa en un emplazamiento como el de La Palma, con su cielo oscuro, es que recoge una gran cantidad de flujo luminoso. Es una ventaja cuando se estudian objetos débiles o muy lejanos. También es muy útil para observaciones en el infrarrojo, puesto que el flujo adicional supera la radiación de fondo generada por el propio telescopio y la instrumentación. De manera que pienso que la mejor aplicación científica del telescopio debería ser la investigación en Cosmología, de objetos muy lejanos y que emiten en el infrarrojo. Sobre si va a encontrar o no grandes estructuras en el Universo, no debemos olvidar que el ángulo que observa el telescopio es muy pequeño. No estoy seguro de que sea lo más adecuado descubrir estos objetos extensos, pero estoy seguro de que, si se descubrieran, el telescopio sería el instrumento más adecuado para estudiar su naturaleza. Así que quizá

este telescopio llegue más allá del propio bautismo de estas estructuras y pueda dedicarse a investigar lo que son en realidad, cuál es su significado.

- En la *Memoria del IAC 1994*, el término apareció en la "Presentación" del Director del IAC (págs. 4-5) y en el informe del Área de Investigación como uno de los hitos del proyecto "Estudios de la Anisotropía del Fondo Cósmico de Radiación Electromagnética" (pág. 16).
- De nuevo apareció en los "Logros Científicos/Scientific Highlights" del *CCI Annual Report* correspondiente al año 1994, esta vez como título de sección (pág. 27).
- El 16 de marzo de 1995, casi un año después de su creación, el *Diario de León* publicó a toda página un reportaje titulado "Cosmosomas", firmado por César A. Chamorro. Este reportaje comienza:

Los "cosmosomas", palabra semejante a "cromosomas", vienen a ser estructuras que guardan cierta semejanza de significado con éstos, por cuanto representan el origen de algo, son las estructuras que contienen la información de ese origen. En los cosmosomas [y aquí curiosamente hay un error tipográfico, pues se refiere a los cromosomas] se encuentra el ADN, donde radica toda la información para la constitución de un ser vivo. Los *cosmosomas*, por su parte, encierran la información referente a la formación del Universo.

- Se repartieron más de 500 fichas divulgativas sobre los *cosmosomas* en la feria AULA 95 (Salón del Estudiante y de la Oferta Educativa), del 15 al 19 de marzo, donde el IAC tenía una caseta de información, como en años anteriores.
- Esta ficha de "COSMOSOMAS ..." y otras de divulgación se distribuyeron en el Observatorio de Fabra, en Barcelona.
- El Administrador del Observatorio del Teide, Miquel Serra-Ricart, explica desde este año qué son los *cosmosomas* a las visitas que acompaña en el Observatorio, y según él, "el término hace gracia".
- En *IAC Noticias* N. 2 y 3 -1995 (págs. 10-12), el artículo titulado "COBE confirma los resultados de Tenerife" y escrito por Rod Davies, director de los Laboratorios de Radioastronomía Nuffield de la Universidad de Manchester, en Jodrell Bank,

además de responsable por parte británica del *Experimento de Tenerife*, comenzaba así:

La detección de COSMOSOMAS (COSMOlogical Structures On Medium Angular Scales) por los experimentos de Tenerife sobre el fondo cósmico de microondas (CMB) supuso la culminación de una investigación de seis años en la que se han utilizado radiómetros de gran sensibilidad. Recientemente, un análisis de los datos tomados por instrumentos a bordo del satélite COBE confirmó rotundamente nuestros resultados. ... Estábamos convencidos de que los COSMOSOMAS existían realmente³³.

Este artículo apareció tanto en español como en inglés, donde Davies utilizó el término en español COSMOSOMAS (y no COSMOSOMES).

- El 9 de julio de 1995 se publicó en *La Gaceta de Canarias* una entrevista con el astrofísico Antonio Mampaso, entonces Coordinador de Investigación del IAC, quien menciona los *cosmosomas* como uno de los descubrimientos importantes del IAC.
- En la revista *Universo*, en su primer número (mayo de 1995, N. 1), apareció un artículo firmado por Rafael Rebolo y titulado "Explorando el pasado del Universo. El Experimento de Tenerife" (págs. 38-49). En la entrada del reportaje se decía:

Los últimos resultados obtenidos por el *Experimento de Tenerife sobre el Fondo Cósmico de Microondas*, instalado en el Observatorio del Teide (Tenerife), del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), identifican los primeros "cosmosomas", las huellas que pequeñas variaciones en la densidad de la materia en el Universo primitivo imprimieron a la radiación que nos llega desde entonces.

- En el folleto especial editado con motivo del X Aniversario de la Inauguración del IAC y sus Observatorios, uno de los logros destacados del IAC fue: "COSMOSOMAS: el origen del Universo".
- También en *IAC Noticias* N. 2 y 3 -1995 (pág. 50) hubo otra mención a los *cosmosomas*. En concreto, en la entrevista con el físico de partículas Álvaro de Rújula, investigador del CERN y profesor de la Universidad de Boston (Estados Unidos). En esta entrevista titulada "¿Antimateria en el Universo?", De Rújula respondía a una pregunta sobre la relación entre la Física de Partículas y el *Big Bang* y el fondo de microondas de la siguiente manera:

El hecho de que se hayan encontrado en el fondo de microondas ciertas irregularidades de la temperatura en distintas direcciones ha dado un gran impulso a las teorías inflacionarias que predecían su espectro en función de la apertura angular de las distintas direcciones en las que uno mira. El hecho de que el espectro se parezca a lo que uno se esperaba resulta muy interesante. Y el hecho de que seamos capaces de medirlas y, por lo tanto, de refinar las teorías que puedan estar detrás de la génesis de esos "cosmosomas" tiene un gran interés tanto para la Física de Partículas como para la Física Cosmológica, porque en el origen del tiempo, la Cosmología y la Física de Partículas son una misma cosa.

- En *IAC Noticias* N. 4-1995 se recogió el término *cosmosomas* en un reportaje especial dedicado a los "Encuentros Relativistas 1995", que en esta edición fueron organizados por el IAC en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife. Uno de los conferenciantes invitados fue Robert Watson, de la Universidad de Manchester en el IAC y miembro del Experimento de Tenerife, quien tituló su intervención "Cosmosomas". En la revista apareció un artículo firmado por él y titulado "Buscando 'Cosmosomas'" (pág. 19). La edición científica especial sobre esta reunión recogió posteriormente el término al ser el título de la conferencia de uno de los ponentes invitados.
- *Radio Club Tenerife* concedió el 30 de mayo de 1995 el Premio *Teide de Oro* de ese año al equipo del *Experimento de Tenerife*, encabezado por Rafael Rebolo y del que formaban parte Carlos Gutiérrez, Robert Watson, Roger Hoyland y John Beckman. El premio, en esta ocasión compartido con Miguel Zerolo Aguilar, se concede a aquellas personas cuya labor haya contribuido a difundir la imagen de Canarias en el exterior. En el acta de concesión de los Premios se dice:

Mediante el "Experimento de Tenerife sobre el Fondo Cósmico de Microondas" ha sido posible identificar y localizar los primeros "cosmosomas", es decir, las primeras huellas materiales del origen del Universo, lo que significa comenzar a dar respuestas a uno de los grandes enigmas de la Astrofísica. Los resultados de este estudio, publicados en la prestigiosa revista científica *Nature*, en enero de 1994, refuerzan la teoría del Big Bang frente a otras versiones alternativas sobre el origen del Universo. Esta importante investigación, que ha confirmado el liderazgo científico del Instituto de Astrofísica de Canarias, ha dado la vuelta al mundo bajo el nombre con que fue bautizada, "Experimento de Tenerife", y hoy recibe el TEIDE de ORO de Radio Club Tenerife 1995.

La concesión de este premio, como posteriormente su entrega, el 18 de diciembre de 1995, fueron noticias recogidas en todos los medios de comunicación de Canarias.

- Como descubrimiento científico del IAC se incluyó en algunas exposiciones, como la titulada "Canarias investiga. I Muestra de Investigación en Canarias", instalada en la Carpa del Parque de Santa Catalina, en Las Palmas de Gran Canaria, del 16 al 25 de mayo, y en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife, del 29 de mayo al 10 de junio. (En estos textos apareció COSMOSOMAS como *COSMOStructure Of Medium Angular Size*, una versión diferente de nuestra primera propuesta).
- Personalmente informamos sobre los *cosmosomas* a varios científicos, españoles y extranjeros, durante su estancia en el IAC o por carta (José Luis Sanz, Eduardo Battaner, Rosa Domínguez Tenreiro, Manuel Peimbert, Guido Münch, Goetz Oertel,...).

AÑO 1996

- En el curso "La Astronomía en Canarias", organizado del 12 de enero al 24 de mayo de 1996 por el Museo de la Ciencia y el Cosmos del Cabildo de Tenerife, en colaboración con el IAC y el Centro de Profesores de La Laguna, y con asistencia de más de 150 personas, se dieron varias conferencias de divulgación en las que se mencionaban los *cosmosomas*. Especialmente, en la conferencia titulada "Misterios del Cosmos", a cargo de Rafael Rebolo, el 26 de abril; en la conferencia "Canarias y la divulgación de la Ciencia", que dio Carmen del Puerto el 17 de mayo; y en la conferencia "El IAC, una ventana de Canarias al Universo", pronunciada por Francisco Sánchez el 24 de mayo.
- El primer número del año de *IAC Noticias* (N. 1-1996) contenía una entrevista titulada "¿Cómo observar universos irregulares?" (págs. 42-43), con el científico Martín Harwit, miembro de la Institución Smithsonian de Estados Unidos y director del Museo del Aire y el Espacio de Washington durante casi una década (1987-1995). Harwit, que estuvo en Tenerife el 29 de febrero invitado a los Coloquios organizados por el IAC en colaboración con la Fundación BBV, se refirió a los *cosmosomas* respondiendo a la pregunta "¿Qué aspecto tenía el Universo en el pasado?". Su respuesta fue la siguiente:

La mayoría de los modelos empiezan asumiendo que el Universo fue en su día mucho más compacto de lo que es hoy, y que era homogéneo y sin ninguna característica individualizada. ... El problema de la distribución totalmente uniforme de la materia es que no podemos explicar cómo pudieron entonces formarse las galaxias en un universo de esas características. Ello ha dado pie a plantear que, quizá, al principio, el Universo pudiera haber sido un poco 'grumoso', lo que parece quedar confirmado por las fluctuaciones de la radiación de fondo cósmico observadas por el satélite COBE, por los COSMOSOMAS del Experimento de Tenerife y por otros resultados.

- En virtud de un acuerdo entre el IAC y la UIMP, la primera de estas instituciones decidió organizar todos los años, a partir de 1996, una Escuela de Astrofísica en Santander, durante una semana de verano. El tema elegido para la primera de ellas, celebrada del 26 al 30 de agosto de 1996, fue "Cosmosomas, enanas marrones, exoplanetas, púlsares binarios y otros descubrimientos astronómicos recientes" (como vemos, el término *cosmosomas* apareció incorporado en el título y en primer lugar). Con este título, el 22 de abril de 1996 y en fechas posteriores, esta Escuela del IAC, junto con el resto de los cursos de verano de la UIMP, apareció anunciada en los medios. (También en Internet, en una página del Observatorio de Comunicación Científica de la Universidad Pompeu Fabra).

Este curso perseguía un objetivo muy específico: explicar las bases físicas de algunos de los principales logros y recientes adelantos científicos (relacionados con la Astronomía) de los que han informado los medios de comunicación para un público general. Asistieron los Premios Nobel Antony Hewish y Joseph H. Taylor, además de investigadores del IAC, entre ellos Rafael Rebolo.

La UIMP editó el correspondiente tríptico de información de esta primera Escuela de Astrofísica. Al informar sobre ella, algunos periódicos recogieron necesariamente el término *cosmosomas*, que aparecía en el título.

- Los *cosmosomas* aparecen en la serie de vídeos "Cielos sobre Canarias", distribuidos con *Canarias 7*. Francisco Sánchez, entrevistado en esta serie, destaca los *cosmosomas* como uno de los logros del IAC.
- En el número de mayo de 1996, tras un año de su aparición, la revista *Universo* publicó un artículo escrito por Carmen del Puerto y titulado "Marrón no es un

color". En él se hablaba del término *enana marrón* y de *Teide-1*, pero también se mencionaban los *cosmosomas*, como uno de los descubrimientos del IAC con mayor repercusión a nivel científico y periodístico.

- Por iniciativa de Rafael Rebolo, figuró entre las 40 propuestas para renombrar el proyecto espacial COBRAS/SAMBA (actualmente bautizado *Planck*, como hemos visto).
- En las Inauguraciones Oficiales de nuevas instalaciones en los Observatorios del IAC, el 29 y 30 de junio de 1996, S.S.MM. los Reyes de España visitaron la instalación del *Experimento de Tenerife* en el Observatorio del Teide. Rafael Rebolo explicó a S.M. la Reina todo lo relacionado con los *cosmosomas* (previamente se le había enviado documentación). El folleto correspondiente a esta nueva instalación también recogió el término.
- Con motivo de los actos anteriores, el Gabinete de Dirección del IAC editó una ficha de divulgación por cada una de las nuevas instalaciones que se iban a inaugurar oficialmente, entre ellas las del *Experimento de Tenerife*, en el Observatorio del Teide. Esta ficha, con texto escrito en tres idiomas (inglés, francés y español), contenía la palabra COSMOSOMAS. (En francés, las siglas significan "Structures Cosmiques a Echelle Angulaire Intermédiaire").
- En la *Memoria del IAC 1995*, el término *cosmosomas* apareció nuevamente en el informe del Área de Investigación así como en las páginas de "Divulgación", en relación con el Premio *Teide de Oro 1995* ya mencionado (págs. 26-27 y 121, respectivamente).
- En el *Informe Anual* del CCI correspondiente al año 1995 se volvió a incluir, como en ediciones anteriores, el término COSMOSOMAS en la lista "Abreviaturas/Abbreviations", en la última página.
- Se publicó finalmente el artículo "Cosmology. Recent Results of the Tenerife CMB Experiments" en *Astronomical and Astrophysical Transactions*, Vol. 10 Págs. 43-52, 1996, y firmado por C.M. Gutiérrez, R.D. Davies, R.A. Watson, R. Rebolo, S. Hancock y A.N. Lasenby. En la página 48 se dice:

Creemos que estas características representan la primera detección de las fluctuaciones individuales primordiales en el CMB. Se ha propuesto llamar a estas estructuras COSMOSOMES (*COSMOlogical Structures On MEdium Scales*)³⁴.

Ésta fue la primera inclusión del término *cosmosomas*, aunque en una versión adaptada al inglés, en una revista científica internacional.

- Eduardo Battaner, catedrático de Física Teórica de la Universidad de Granada, respondía en una entrevista publicada en *IAC Noticias*, N. 3 y 4-1996 (págs. 42-43), a una pregunta sobre la influencia del magnetismo en las primeras etapas del Universo y, en concreto, en la formación de *cosmosomas*, de la siguiente manera:

...En cuanto a los COSMOSOMAS, el problema es que las medidas son todavía muy iniciales y, si tuvieran esa estructura filamentosas, entonces se podría pensar en que el campo magnético puede haber tenido alguna influencia. Ahora mismo, la resolución no permite saber si la estructura tiene alguna dirección preferente de alargamiento. Por otra parte, los COSMOSOMAS son estructuras tan descomunales que a lo mejor esta teoría es más bien aplicable a fenómenos más locales. Los COSMOSOMAS son realmente los objetos más grandes jamás vistos y es posible que no, sobre todo si se observara en el futuro que estos COSMOSOMAS pudieran tener una estructura filamentosas, entonces cabría pensar que el campo magnético puede haber tenido influencia. De momento, si no hay una base observacional, quizá sería prematuro preguntarse esto.

AÑO 1997

- De nuevo, un comunicado de la *Agencia Efe* de Tenerife puso en circulación en la prensa española el término *cosmosomas* al incluirlo en una información con declaraciones sobre el eco del *Big Bang* del astrónomo Richard Saunders, del Observatorio de Radioastronomía de Mullard (Reino Unido), presente en el congreso internacional "Observational Cosmology with the New Radio Surveys" (Cosmología observacional a partir de los nuevos mapas en radio), celebrado en Tenerife en enero de 1997.
- El Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife editó el libro *Misterios del Cosmos y otros ensayos*, que recoge las conferencias del curso de divulgación "La Astronomía en Canarias", ya mencionado. El término *cosmosomas* aparece en varias páginas de este libro: 195, 230 y 250. En 1998, el libro se presentó al premio de divulgación que otorga anualmente la Casa de las Ciencias de la Coruña.

- El 6 de junio de 1997 recibimos un mensaje electrónico de Mariana Esteban, del rectorado de la Universidad del Comahue, en Argentina. En él nos decía que sabía de la existencia de los *cosmosomas* a través de un boletín universitario (*Diálogo Iberoamericano*, octubre de 1996, editado por la Universidad de Granada), el cual hablaba del IAC (de hecho, estaba firmado por Carmen del Puerto), y que deseaba conocer el significado del término. Tras responder a su curiosidad contándole el experimento, nuestra interlocutora por vía electrónica nos explicó que su interés era básicamente conceptual y lingüístico. “De todos modos -decía- me resulta casi mágico que puedan existir estructuras de este tipo, lo cual me hace pensar que las diferencias entre lo físico y lo biológico parecen diluirse cada vez más.” Acababa su mensaje felicitándonos por haber conseguido internacionalizar este vocablo.
- En 1997 se editó el libro *Relativistic Astrophysics and Cosmology*³⁵, que recoge las comunicaciones presentadas en el congreso *Encuentros Relativistas Españoles 1995*, celebrados en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife, del 4 al 7 de septiembre de 1995. Una de las conferencias invitadas publicadas llevaba por título “COSMOSOMAS: The beginning of Cosmic Microwave Background Astronomy”, presentada por Robert A. Watson, del Grupo del Fondo Cósmico del IAC. Reproducimos aquí cómo se introducía el término en el resumen (*abstract*, en inglés):

La valoración de las Estructuras Cosmológicas a Escalas Angulares Medias (COSMOSOMAS) resulta ser un paso importante en el estudio de los parámetros fundamentales del Universo mediante la determinación del espectro de potencias angulares del Fondo Cósmico de Microondas (CMB). Comparamos los resultados del experimento de Tenerife con los de COBE, lo cual permite poner fuertes límites a la generación de perturbaciones de modo tensor en un escenario inflacionario y de defectos cosmológicos.³⁶

Pero es en la Introducción donde el autor explica mejor el término y su acuñación:

Bien, ¿qué son exactamente los COSMOSOMAS? Son una *bon mot* [“buena palabra” en francés] que se sugirió, medio en broma, dentro de nuestro grupo para referirse más convenientemente a las primeras “estructuras” cosmológicas inequívocas que habíamos encontrado en la radiación fósil de 3K de la que se informa en Hancock et al. (1), en lugar de tener que usar constantemente palabras como “fluctuación”, “punto caliente” o “joroba”. Este acrónimo ligeramente forzado de COSMOlogical Structures On Medium

Angular Scales nos lleva a la idea de la estructura de la semilla cosmológica requerida por las teorías de formación de galaxias por colapso gravitatorio. Aquí extenderé esta definición de COSMOSOMAS para cubrir no sólo los ángulos del Experimento de Tenerife, sino también la región esperada de la señal reforzada en el espectro de potencias angulares del CMB en aproximadamente 1° , lo que normalmente se conoce como el primer pico "Doppler".³⁷

- En la *Memoria del IAC 1996*, el término *cosmosomas* apareció mencionado nuevamente en el informe del Área de Investigación (pág. 18).
- En el *Informe Anual* del CCI correspondiente al año 1996 se volvió a incluir el término COSMOSOMAS en la lista "Abreviaturas/Abbreviations", en la última página.
- En el guión del vídeo institucional del IAC "Los espejos del tiempo" se habla de los *cosmosomas* como uno de los descubrimientos importantes de este centro de investigación.
- En una entrevista mantenida con George Smoot, con motivo de su participación en la reunión mencionada sobre la misión Planck, este científico comentó que no conocía el término *cosmosomas*. "Había visto -dijo- la de *arrugas* [refiriéndose a la traducción en español de *wrinkles*], pero no COSMOSOMAS. Me gusta la palabra, es buena. Pero significa algo distinto a las *arrugas*".

AÑO 1998

- En la *Memoria del IAC 1997*, el término *cosmosomas* aparece mencionado nuevamente en el informe del Área de Investigación (pág. 17). Por primera vez se habla del "proyecto COSMOSOMAS", en el marco del cual se ha construido un instrumento prototipo llamado "COSMOS11GHz" para el Observatorio del Teide.
- Como en ediciones anteriores, los *cosmosomas* aparecieron en el *Informe Anual* del CCI correspondiente a 1997, y en concreto bajo el epígrafe "El Interferómetro Tenerife de 33GHz", bajo la sección "Nuevos Telescopios y Mejoras": "El año 1997 se dedicó en su totalidad a las observaciones cosmológicas detalladas en declinaciones $+39^\circ.8$, $+41^\circ.0$ y $+42^\circ.2$, con el propósito de cubrir el área de los *cosmosomas* descubiertos por el Experimento Tenerife en 1994, mejorando por un factor 2 la resolución angular...". (la misma información se ofrece en inglés). De

nuevo es recogido el significado de COSMOSOMAS al final del informe, en la relación de siglas utilizadas.

- El astrónomo del IAC Terence Mahoney se mostró dispuesto a proponer la inclusión del término (quizá en inglés, como *cosmosomes*) en la tercera actualización del Diccionario de Oxford, cuando esta palabra aparezca escrita en varias revistas científicas, aunque la decisión será de los editores de este diccionario. La inclusión en él de términos depende de su frecuencia de uso, en este caso en las revistas científicas, los libros y los periódicos de habla inglesa. Con este fin, proporcionamos las referencias del artículo publicado en la revista *Astronomical and Astrophysical Transactions* y del libro *Relativistic Astrophysics and Cosmology*, ambos ya citados, así como copia de los artículos publicados en la prensa española que recogen la palabra.
- Se aprobó en el IAC, dentro del Programa de Investigación de este Instituto, un nuevo proyecto titulado "COSMOSOMAS: un experimento para la medida de las fluctuaciones de la radiación cósmica de microondas en escalas de 1 grado" (P12/98), más conocido familiarmente como "Experimento COSMOSOMAS" y cuyo investigador principal es el astrofísico Carlos Gutiérrez. También recibe el nombre de "Experimento COSMOSOMAS" la serie de instrumentos para el mencionado estudio que se están instalando en el Observatorio del Teide.
- Aparece en las páginas web del IAC, en las correspondientes a las páginas del Área de Investigación.
- Tras ponernos en contacto con Pilar de Vega, profesora de Lengua de la Universidad Nacional de Educación a Distancia y colaboradora de la Comisión de Terminología Científica de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, se ha propuesto la inclusión del término *cosmosomas* en una próxima edición del *Vocabulario Científico y Técnico* de esta Academia.
- Coincidiendo con la celebración de la III Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía (SEA), hicimos -como ya se ha dicho- una encuesta entre astrónomos (véanse Anexos). Una de las cuestiones era si conocían el término

cosmosomas. De 63 astrónomos que respondieron, 43 conocían el término, es decir, cerca del 70%, y 3 declaraban que la palabra "les sonaba", aunque en estos datos hay que tener en cuenta el alto porcentaje de participación de científicos del IAC (el 73% del total), muchos de ellos, aunque no todos, concedores de nuestro Experimento. De los 43, 10 no añadían valoración, mientras que 16 lo valoraban positivamente frente a 7 comentarios negativos sobre el término.

Entre los juicios positivos se encuentran los siguientes:

- se valora su utilidad conceptual: "refleja intuitivamente, por su posible relación semántica con 'cromosomas', el significado de la palabra". (El astrónomo del IAC Julio Edgar Gallegos Alvarado, para quien los *cosmosomas* son el objeto de su tesis, considera el término especialmente útil entre los que trabajan en cosmología).
- se advierte claramente la analogía y la relación entre astrofísica y biología: "se ha inventado siguiendo el término *cromosomas*, por la similitud que guardan estos últimos en el origen de la vida con la de los primeros en el origen del Universo", "son las semillas de las irregularidades en el fondo cósmico de microondas".
- se defiende el neologismo necesario: "me parece espléndido y natural que el lenguaje vaya acuñando nuevos vocablos que describan satisfactoriamente nuevos resultados científicos".
- se considera bien construido: "combina dos vocablos y, por tanto, dos significados que contienen la información esencial para diferenciar un determinado hecho observacional" (muy pocos parecen conocer que se trata de un acrónimo).
- contribuye a la divulgación: "aunque no se entienda el significado real del término, si es una persona que lee la palabra y no es astrofísico, comprende que está relacionado con creación y evolución, como cromosomas".
- es una palabra castellana, que no proviene de una traducción literal del inglés. "Será necesario incrementar más la flexibilidad del castellano para admitir este tipo de vocabulario", aconseja un astrónomo.

- adjetivos que acompañan su calificación: “muy atractivo”, “original”, “chocante”, “popular”, “fácil de recordar”, “sonoro y claro”, “muy ingenioso, aderezado con una pizca de humor, para un concepto suficientemente importante como para merecer un vocablo propio”, “muy descriptivo”.
- tiene “todos los ingredientes para lograr el éxito: es claro, con conexión a otras ramas de la ciencia, suena, es fácil la versión en inglés y es culto”.

A continuación entresacamos algunos comentarios ambiguos (no sabemos con certeza si el tono es favorable, neutro o despectivo):

- es una “bonita y original forma de vender un producto”.
- “una idea curiosa y un nombre que se ha beneficiado del conocimiento del ADN por parte del público”.

También se dan respuestas positivas pero con reparos:

- “un término más de divulgación que otra cosa (¡lo cual es bueno!). Creo que acuñar términos con el fin de acercar la ciencia al público o incluso despertar su interés es positivo. Pero siempre habría que ir más allá y poder explicar a ese mismo público que son simples metáforas de forma que no ‘idolatricen’ los términos (es nefasta la asociación común de científico/médico=hechicero de tribu)”.

Muchos de ellos dicen desconocer la repercusión más allá del ámbito interno del Instituto de Astrofísica de Canarias. Uno de los astrónomos, que no le ve futuro al término, comenta: “Dado que el IAC no representa un centro de gran influencia en el campo cosmológico es improbable que el término cuele, y que se adopte por una mayoría de los investigadores en el campo, más aún si no somos un centro anglohablante”.

Como argumentos en contra se apuntan:

- suena a “cromosoma”, lo cual pueda resultar “confuso”, “un nombre que no recordase a otro sería más oportuno”.

- es un término un tanto "naif".
- es "un intento de inmortalizar algo que no tiene entidad con el fin de que la historia dé cuenta de un determinado trabajo y/o grupo".

A continuación reproducimos el análisis realizado por David Galadí-Enríquez, quien no ve apropiado este término:

La manera clásica de formar términos nuevos en ciencias ha sido recurrir a las leguas clásicas (ejemplo: "telescopio"). Últimamente, sin embargo, desde EEUU se fomenta un estilo diferente, que consiste en formar términos nuevos mediante acrónimos, procurando que el resultado sea simpático y "vendible" (ejemplos: "MACHO", "proplyds" etc.). Aunque personalmente prefiero el estilo clásico, no soy radical y no censuro por principio el segundo estilo. Sin embargo, el término *cosmosoma* es una mezcla extraña. Es a la vez un acrónimo ingenioso y una palabra que recuerda por la forma a los vetustos cromosomas. Pero cromosoma, término formado a la antigua usanza, viene de *chromo* (color) y *soma* (cuerpo), o sea, se refiere a los cuerpos coloreados que aparecen en el núcleo de la célula en ciertas fases de la división. *Cosmosomas* mantiene un parecido fonético, con cromosomas, pero destroza la etimología. *Cosmosomas* intenta vincularse semánticamente a la idea de "orígenes" a través de un parecido formal con cromosomas, pero si se intenta un análisis de *cosmosomas* resulta estar formado por las raíces *cosmos* y *soma* (cuerpo), así que se trataría de los cuerpos cósmicos, poco que ver con las heterogeneidades del fondo de radiación de microondas. Me habría gustado más algo del estilo *arqueorugas* (de *arqueo*, "antiguo", y *ruga*, "arruga"), *pristinorugas*, *heterotermias primordiales*, o algo así...

Como propuesta alternativa: "yo quizás hubiera bautizado estas estructuras que se ven en los mapas de microondas como '*cosmocélulas*'", dice otro de los encuestados.

- En la encuesta a periodistas científicos también preguntamos si sabían del descubrimiento de los *cosmosomas* (véanse Anexos). De los 19 periodistas científicos que contestaron (ninguno de medios de comunicación canarios), sólo 6 conocían el término (el 31,5% del total), aunque este grupo lo describe con bastante precisión; 11 lo desconocían por completo; un periodista lo había oído vagamente y otro no se atrevía a definirlo con propiedad.

De los periodistas que conocían el término, la mayoría hace una valoración positiva:

- "original término científico introducido por los astrofísicos"

- "muy útil y más 'amigable' que anisotropías en la radiación de fondo. Por lo pronto sirve para que la gente no deje de leer desde el primer momento, aunque el concepto que esconde es complejo y no se puede aspirar a explicarlo -y que se entienda- en una noticia o reportaje".

Como excepción, uno de los periodistas mantiene una clara postura en contra:

Por algo no me gustó desde el principio, seguramente porque no encontré que aportase nada a la facilidad de comunicación en tanto que, entre paréntesis, había que explicar igualmente qué narices era eso, y por otro lado no le encontré "charm" o tirón suficiente como para utilizarlo. El término me resultó innecesario y vacío desde el principio. No sé cuál es el truco para inventarse palabras que arraiguen popularmente, a lo mejor es una pura casualidad... tal vez oportunidad, o incluso poderío. ¿Habría cuajado el palabro *cosmosomas* si hubiera surgido en EEUU? No lo sé, no todo lo que se inventan los yanquis cuaja.

En cuanto a los periodistas que no habían oído hablar del término, al menos en cuatro despertamos su curiosidad. Uno de ellos navegó por Internet y encontró una entrada que le llevó a investigadores canarios. Dos de ellos comentan la existencia de una mariposa tropical llamada *Cosmosoma demantia*, del género *Arctiidae*. Y otro pregunta si es una broma y solicita información sobre el tema.

De interés nos parece el comentario, aunque un tanto sombrío, que el periodista argentino Martín Yriart, director de Formación, Organización y Métodos de *RBA Revistas*, nos hizo sobre el término, una vez le informamos someramente sobre él:

Kant preguntó una vez a Federico el Grande por qué, siendo un soberano tan poderoso que no debía rendir cuentas a nadie, era tan puntual en las citas. Porque la puntualidad es la cortesía de los monarcas, le contestó el rey de Prusia. Pues la claridad es la cortesía de los filósofos, le replicó Kant, en cuyo tiempo la filosofía y las ciencias no estaban todavía tan nítidamente separadas como hoy.

Los científicos son hoy con seguridad la mayor fuente de neologismos en todas las lenguas y tienen el raro privilegio de poder "diseñarlos" cómodamente en sus laboratorios, antes de lanzarlos a la calle, cosa que no ocurre con los neologismos del hombre de a pie, que nacen generalmente a ciegas y a tropezones.

Por esto, y porque el lenguaje de las ciencias tiene el deber de ser especialmente claro y despojado de ambigüedades y connotaciones superfluas, se me ocurrió que "cosmosomas" (con sus obvias violaciones de la sana teoría de la generación de nuevos términos científicos) no podía ser sino una simpática broma, al estilo del Hombre de Piltown, para atrapar a distraídos o todólogos.

Sospecho que detrás de los "cosmosomas" se oculta el insidioso *Lexovirus francophilus* Y ... Los franceses, después de siglos de rigurosa disciplina con el lenguaje, a partir del existencialismo, el estructuralismo, el lacanismo, etc. parecen haber sucumbido a una fiebre léxica provocada por el citado microbio.

Y, por cierto, los laboratorios, los programas y las instituciones científicas se ven plagadas de acrónimos febriles... Yo por mi parte creo que no le hacen ningún favor al francés, ni a

la ciencia, ni al resto de la humanidad, que debe descifrarlos como a jeroglíficos sin piedra de Rosetta.

1.3. Repercusión en la prensa³⁸

Los resultados del satélite COBE se hicieron públicos el jueves 23 de abril de 1992, en una conferencia de prensa que tuvo lugar tras una reunión anual en Washington D.C. de la Sociedad Americana de Física. En los días siguientes, la noticia fue primera página en muchos periódicos y el mapa del Universo construido con los datos del satélite fue reproducido en la mayoría de ellos.

George Smoot, uno de los responsables del satélite, cuenta en su libro *Arrugas en el Tiempo* el desarrollo de aquella conferencia de prensa, para la que preparó algunas metáforas que trascendieron fácilmente en los medios:

Hemos observado las estructuras más grandes y antiguas jamás vistas del universo primitivo. Fueron las semillas primordiales de estructuras modernas como las galaxias, cúmulos de galaxias y otras. No sólo eso, sino que representan enormes arrugas en la estructura del espacio-tiempo que queda del período de la creación.³⁹

De todas las comparaciones que hizo para explicar el significado de los resultados de COBE (y aparte de la alusión al *Santo Grial* de la cosmología), la prensa se hizo eco principalmente de una: "Si usted es religioso, es como ver a Dios"⁴⁰, frase que fue la más citada y recordada, según el propio Smoot.

Metafóricamente o no, tanto mi comentario como los de otros cosmólogos y miembros del equipo del COBE aparecieron en periódicos de todo el mundo, lo cual confirmaba el gran interés que había por comprender el origen del Universo y nuestro lugar en él.⁴¹

He aquí algunos titulares:

- "Así nació el Universo. Astrofísicos de California detectan el eco del Big Bang" (primera página), "Un satélite científico encuentra pruebas decisivas de la teoría del Big Bang" y "Rompecabezas del tiempo". *El País*, 25/4/92.
- "Big Bang: Hawking califica el hallazgo como el mayor descubrimiento del siglo". *Abc*, 25/4/92.
- "Una nave obtiene pruebas de la creación del Universo". *La Provincia*, 25/4/92.

- “Noche de los tiempos” (editorial). *El País*, 28/4/92.
- “Los suspiros del Big Bang” y “La cuarta prueba de una buena teoría” *El País*, 29/4/92.
- “Inicio del Universo” y “Los ojos del satélite”. *El País*, 29/4/92.
- “El triunfo del Big Bang”. *El País*, 30/4/92.
- “Señales del universo primitivo”. *El País*, 5/5/92.

Por su parte, el *Experimento de Tenerife*, con sus resultados, ha sido una de las investigaciones realizadas en el IAC con mayor repercusión en los medios de comunicación, pareja -claro está- a su trascendencia científica. Ya en 1992, un mes después del anuncio de los resultados de COBE, se vaticinaban sus resultados:

- “Big Bang” (breve). *El País*, 20/5/92.

El mayor número de informaciones se produjo tras la publicación de los resultados en la revista *Nature*, el 27 de enero de 1994, momento en el que se escogió para su divulgación la expresión *huellas térmicas*, asociadas al término omnipresente de *Big Bang*.

El mismo día de su publicación en *Nature* (respetando así el embargo temporal que esta revista impone a todos sus artículos), el IAC emitía una nota de prensa que destacaba en el titular: “El ‘Experimento de Tenerife sobre el Fondo Cósmico de Microondas’ observa directamente el Universo poco después de la Gran Explosión”. Y subtitulaba: “Las observaciones, publicadas por la revista *Nature*, son la confirmación que necesitaban los resultados del satélite COBE”. (Con estos titulares apareció reproducida en la revista *IAC Noticias* N. 1-1994, pág. 4). A continuación vemos cómo recogieron la noticia en titulares *El País* y *Abc*, así como otros periódicos españoles:

- “Universo: Científicos españoles confirman la teoría del Big Bang”. *Abc*, 28/1/94.
- “Astrofísicos españoles y británicos encuentran una ‘puerta’ del principio del Universo” y “Nuevas preguntas sobre el destino del cosmos”. *El País*, 28/1/94.
- “El descubrimiento en el espacio de ‘huellas térmicas’ permitirá conocer mejor el Universo”. *El Diario Montañés*, 28/1/94.
- “Unas huellas térmicas permitirán conocer mejor el Universo”. *Lanza*, 28/1/94.
- “Unos estudios, desde el Teide, refuerzan la teoría del Big Bang”. *Diario de Avisos*, 28/1/94.
- “Localizadas en el cosmos ‘huellas térmicas’ que refuerzan la teoría del ‘Big-Bang’”. *La Voz de Galicia*, 28/1/94.

- “La teoría del ‘Big Bang’, reforzada por las ‘huellas térmicas’ observadas desde Canarias”. *Diario de Navarra*, 28/1/94.
- “Científicos del IAC localizan las primeras ‘huellas térmicas’”. *Canarias 7*, 28/1/94.
- “Descubren en el espacio una serie de ‘huellas térmicas’ que refuerzan la teoría del ‘Big Bang’”. *Ideal*, 28/1/94.
- “Regreso al pasado”. *El Correo Español*, 28/1/94.
- “El IAC logra desde el Teide acercarse aún más al origen del Universo”. *La Provincia*, 29/1/94.
- “Las puertas del Universo”. *Diario de Avisos*, 29/1/94.
- “El principio del Universo es un misterio cada vez más cercano” y “¿Qué pasó un segundo después del Big Bang?”. *El Correo Gallego*, 29/1/94.
- “Científicos españoles y británicos se acercan aún más al origen del Universo”. *El Día de Toledo*, 30/1/94.
- “Los estudios del Observatorio del Teide refuerzan la teoría del ‘Big Bang’”. *La Verdad (Alicante)*, 30/1/94.
- “Científicos españoles y británicos se acercan al origen del Universo”. *Diario de Navarra*, 30/1/94.
- “George Smoot, satisfecho por el hallazgo sobre el principio del Universo hecho en Canarias” y “Una apuesta por el Big Bang”. *El País*, 3/2/94.
- “Estudios del Observatorio del Teide refuerzan la Teoría del ‘Big Bang’”. *Jaén*, 4/2/94.
- “El Big Bang” (portada de suplemento dominical), “Las primeras huellas del Big Bang”, “Historia de un hallazgo” y “Una apuesta de futuro para el IAC”. *Diario de Avisos*, 6/2/94.
- “Científicos españoles y británicos se acercan al origen del Universo” y “Un equipo compuesto por grandes investigadores”. *La Tribuna de Albacete*, 7/2/94.

La conferencia de Rafael Rebolo en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife el 8 de febrero de 1994, titulada “Tras el resplandor del Big Bang”, fue considerada por los medios locales como la presentación oficial de los resultados del *Experimento de Tenerife* (aún no se había acuñado el término *cosmosomas*). Así lo recogen los titulares de prensa:

- “El IAC presenta su aportación sobre el origen del universo” (primera página) y “Rafael Rebolo explica hoy los descubrimientos del IAC sobre el origen del universo”. *El Día*, 8/2/94.
- “Presentado en La Laguna el ‘Experimento de Tenerife’”. *Diario de Avisos*, 9/2/94.
- “Estudios del Astrofísico refuerzan la teoría del ‘Big Bang’”. *Canarias 7*, 9/2/94.
- “El Astrofísico, a una milésima de segundo del ‘Big Bang’”. *Diario de las Palmas*, 9/2/94.
- “Después del ‘Big Bang’”. *La Provincia*, 10/2/94.

- “La UE apoya con 60 millones el Experimento Tenerife del Big Bang”. *El País*, 10/2/94.
- “La primera huella del ‘Big Bang’”. *Extremadura*, 10/2/94.
- “Un astrofísico cree posible llegar hasta la milésima de segundo posterior al Big Bang”. *El Ideal Gallego*, 10/2/94.
- “Será posible llegar a la milésima de segundo posterior al ‘Big Bang’, la gran explosión que originó el Universo”. *La Voz de Avilés*, 10/2/94.
- “‘Es posible llegar hasta la milésima de segundo posterior al Big Bang’, según un astrofísico”. *Baleares*, 11/2/94.
- “La transformación del Universo”. *La Verdad (Alicante)*, 13/2/94.
- “El IAC, sinónimo de prestigio internacional” (editorial). *El Día*, 15/2/94.

La noticia del *Experimento de Tenerife* siguió publicándose en la prensa durante varios meses:

- “Tras las huellas del Universo” (primera página) y “Científicos canarios exploran las huellas de la explosión que formó el Universo”. *Diario de Las Palmas*, 16/2/94.
- “Tras las huellas del Universo”, “Dados arrojados” y “Fondeados”. *Jornada*, 17/2/94.
- “Mirador espacial” (editorial). *El País*, 27/2/94.
- “El Big Bang, más cerca” y “La radioastronomía”. *Diario de Avisos*, 13/3/94.
- “Una porta cap al Big Bang” y “El gran repte de la cosmologia científica”. *Punt Diari*, 17/3/94.
- “Se confirma la teoría del Big Bang”. *Diario del Altoaragón*, 20/3/94.
- “La teoría de la ‘Gran Explosión’ vale para explicar el origen del Universo”. *La Verdad (Murcia)*, 3/5/94.
- “Se confirma la teoría del ‘Big Bang’”. *Jaén*, 19/6/94.

Los *cosmosomas* aparecieron por fin, tras un comunicado de la *Agencia Efe* de Tenerife, en diferentes periódicos españoles (la mayoría recogieron el término en titulares):

- “Astrofísicos canarios buscan ‘cosmosomas’ en el Universo”. *Alerta*, 14/5/94.
- “Los astrofísicos inician un experimento en busca de los ‘cosmosomas’ del Universo”. *La Voz de Galicia*, 14/5/94.
- “El Instituto Astrofísico, a la busca de los ‘cosmosomas’ del Universo”. *Diario de Avisos*, 16/5/94.
- “Inician un experimento para la búsqueda *del cosmosomas del Universo*”. *La Crónica*, 22/5/94.

La mayor cobertura al término la brindó el diario *Abc* en su suplemento "Abc de la Ciencia".

- "En busca de 'cosmosomas'" (primera página del suplemento) y "Astrofísicos españoles buscan nuevos 'cosmosomas' en el eco del Big Bang". *Abc*, 3/6/94.

Los *cosmosomas* también fueron un titular completo en el *Diario de León* un año después:

- "Cosmosomas". *Diario de León*, 16/3/95.

El equipo del *Experimento de Tenerife* fue galardonado con el premio *Teide de Oro* 1995 en su modalidad colectiva por el descubrimiento de los *cosmosomas*. Tanto el anuncio de la concesión del premio como el de su entrega fueron noticia en la prensa canaria.

- "Miguel Zerolo y el 'Experimento Tenerife", premios 'Teide de Oro' 1995". *Diario de Avisos*, 1/6/95.

Los *cosmosomas* aparecieron igualmente como resultado de las declaraciones del astrofísico Antonio Mampaso, entonces Coordinador de Investigación del IAC:

- "Antonio Mampaso: 'El telescopio de ocho metros será la herramienta de trabajo para los futuros astrofísicos'". *La Gaceta de Canarias*, 9/7/95.

El término *cosmosomas* apareció en la prensa con motivo de la Escuela de Astrofísica "Cosmosomas, enanas marrones, exoplanetas, púlsares binarios y otros descubrimientos astronómicos recientes", organizada por el IAC y la UIMP, en Santander, del 26 al 30 de agosto de 1996.

- "Francisco Sánchez dirigirá la Escuela de Astrofísica de la UIMP de Santander". *Jornada*, 22/8/96
- "El IAC organiza un curso universitario de investigación astronómica en Santander". *Diario de Avisos*, 23/8/96.
- "Tres premios Nobel de Física en unos cursos en Santander". *El Diario Vasco*, 26/8/96.
- "Tres premios Nobel de Física intervendrán en la UIMP". *Lanza*, 26/8/96.

- “Tres premios Nobel de Física intervendrán a lo largo de esta semana en la UIMP”. *Alerta*, 26/8/96.
- “Programa para hoy”. *Alerta*, 29/8/96.
- “Lo más probable es que Marte siga teniendo vida”. *El Diario Montañés*, 31/8/96.

Con motivo del congreso internacional “Observational Cosmology with the New Radio Surveys” (Cosmología observacional a partir de los nuevos mapas en radio), celebrado en Tenerife en enero de 1997, y a raíz de unas declaraciones de Richard Saunders, astrónomo del Observatorio de Radioastronomía de Mullard (Reino Unido), realizadas a un periodista de la *Agencia Efe* de Tenerife, volvieron a circular los *cosmosomas* en los medios de comunicación. Pero en esta ocasión aparecen en el texto, siendo sustituidos en titulares por la gráfica expresión “eco del Big Bang”. He aquí una relación de algunas de estas informaciones⁴²:

- “El Astrofísico logra imágenes eco del Big Bang”. *Diario de Las Palmas*, 16/1/97.
- “Un equipo de astrónomos anuncia que ha logrado imágenes del eco del ‘Big Bang’”. *La Provincia*, 17/1/97.
- “El ‘eco’ del Big Bang es captado en imágenes por astrónomos ingleses”. *El Correo Gallego*, 17/1/97.
- “El eco del Big Bang aún se ‘oye’”. *Mediterráneo*, 17/1/97.
- “Un equipo de astrónomos obtiene imágenes del ‘eco’ del Big Bang”. *Diario de Castellón*, 17/1/97.
- “El eco del Big Bang”. *Canarias 7*, 17/1/97.
- “En busca del origen”. *Alerta*, 17/1/97.
- “Un astrónomo británico revela en Tenerife imágenes del eco del ‘Big Bang’”. *Diario de Avisos*, 17/1/97.
- “La ciencia obtiene imágenes fluctuantes del eco del ‘Big Bang’”. *La Voz de Asturias*, 17/1/97.
- “El ‘eco’ del Big Bang”. *Diario de Burgos*, 17/1/97.

El término *cosmosomas* sigue apareciendo de vez en cuando en la prensa con motivo de declaraciones del Director del IAC o de alguno de sus investigadores. Por ejemplo:

- “El Gran Telescopio de Canarias podrá ver el nacimiento de las galaxias”. *Newton*, octubre de 1998.
- “Francisco Sánchez: ‘Sin duda hay planetas bellísimos habitados’”. *El País*, 29/8/99.

1.4. Análisis comparado con otros términos astronómicos

Decíamos en la introducción al experimento *Cosmosomas* que no es fácil, ni frecuente por tanto, que una palabra española sea aceptada en la terminología científica, anglosajona en su mayor parte. La situación no es muy diferente para otras lenguas, por las razones que apuntábamos en nuestro capítulo sobre el lenguaje: la creación de nuevos términos suele ser potestad de los países productores de ciencia y tecnología. Sólo se dan casos excepcionales, como el de Rusia, cuando aún existía la Unión Soviética, que tuvo el privilegio de incorporar la palabra *sputnik*, al adelantarse en el lanzamiento del primer satélite artificial (1958)⁴³, y cuyos *cosmonautas* supieron diferenciarse semánticamente de sus rivales, los *astronautas* norteamericanos.

Para comparar los rasgos distintivos y evolución de nuestro término *cosmosomas* con los de los seis términos astronómicos analizados anteriormente, hemos definido diez parámetros que aplicamos a los siete casos: idoneidad, intencionalidad, autoría, relación temporal con el concepto y el descubrimiento, primer ámbito de aplicación, etimología, problemas lingüísticos, competencia con términos alternativos, efecto en la audiencia y nivel de aceptación.

1.4.1. Idoneidad

Todos los términos estudiados con detalle en la Tercera Parte, analizados al límite, tienen sus *pegas*. *Big Bang* o *Gran Explosión* no fue ni grande ni explosión, y por supuesto nada tuvo que ver con el sonido que el término evoca. Un *cuásar*, acortamiento de *quasi stellar*, no es parecido a una estrella. Un *agujero negro* ni es "agujero" -término que sugiere ausencia de materia, mientras que los *agujeros negros* son notorios por su alto contenido de materia- ni es del todo "negro", como ha descubierto Stephen Hawking postulando la radiación que lleva su nombre. Un *púlsar* no es un objeto que pulsa, sino que su rápida rotación hace que emita como un faro. Una *enana marrón*, aun suponiendo que pudiéramos acercarnos a su superficie, no

sería precisamente de ese color, sino más bien roja. El *Gran Atractor* parece sugerir una atracción por parte de un objeto externo, cuando en realidad el imán se encuentra en el centro mismo. Creemos que *cosmosomas*, en positivo, sí sugiere su significado gracias a la asociación biológica que se establece y que remite a un origen (aunque puede que ahí resida su fallo).

1.4.2. Intencionalidad

Con respecto a este parámetro, indudablemente nuestro término se diferencia en gran medida del resto de los términos estudiados. *Cosmosomas* ha sido un término creado “ad hoc” para nuestra investigación, aunque obedeciendo -eso sí- a una necesidad científica de encontrar un nombre apropiado para un nuevo descubrimiento. La intencionalidad también estuvo presente al acuñarse el término *Big Bang*, en un intento, como vimos, de ridiculizar una teoría a la que el autor del término, defensor de la teoría contraria, no daba crédito. Sin embargo, Fred Hoyle no pretendió con ello que el término se adoptara como nombre oficial de la teoría. *Agujero negro* y *enana marrón* son términos descriptivos. Las intenciones de *cuásar* y *púlsar* fueron meramente prácticas y como resultado de nuevos descubrimientos, mientras que en el caso de *Gran Atractor* fue una creación espontánea.

1.4.3. Autoría

Con respecto al autor del término, vemos que en la mayoría de los casos estudiados el privilegio del bautizo ha correspondido a científicos, más o menos implicados en los descubrimientos: *Big Bang*, de Fred Hoyle; *cuásar*, de Hong Yee Chiu; *agujero negro*, de John Wheeler; *enana marrón*, de Jill Tarter; y *Gran Atractor*, de Allan Dressler. Las dos excepciones fueron acuñadas por periodistas: *púlsar*, por Anthony Michaelis, y *cosmosomas*, por Carmen del Puerto.

1.4.4. Relación temporal con el concepto y el descubrimiento

Aquí comparamos si la acuñación del término fue previa, simultánea o posterior al concepto científico al que hace referencia o al descubrimiento en sí. *Big Bang* fue acuñado con posterioridad a la formulación de la teoría, que como vimos recibía

otro nombre. En el caso de los *agujeros negros* y de las *enanas marrones*, éstos eran meras hipótesis científicas; en el primer caso formulada hacía dos siglos; los términos correspondientes se acuñaron en 1967 y 1975, mientras que los descubrimientos de los mejores candidatos fueron posteriores, en 1992 y 1995, respectivamente. En los casos de *cuásar* y *púlsar*, objetos no previstos con anterioridad, la acuñación se produjo poco después del descubrimiento. *Gran Atractor* surgió casi simultáneamente a la idea. *Cosmosomas* fue posterior a su postulación y descubrimiento, lo que dificulta su implantación.

1.4.5. Primer ámbito de aplicación

Sobre el ámbito de aplicación donde apareció el término por primera vez, encontramos diferencias significativas. En el caso del término *Big Bang*, fueron las *BBC talks*, charlas radiadas por la BBC, posteriormente introducido en el libro de Fred Hoyle *The Nature of the Universe*. *Cuásar* y *agujero negro* se dieron a conocer a través de las revistas científicas *Physics Today* y *American Scientist*, respectivamente. Como vimos, *púlsar* apareció en el *Daily Telegraph* y *Gran Atractor* fue invocado en una rueda de prensa. *Enana marrón* apareció en la tesis doctoral de Jill Tarter. *Cosmosomas* se incluyó por primera vez en un comunicado de la *Agencia Efe* en Tenerife, seguido de su publicación en *IAC Noticias*; la publicación en una revista científica de prestigio internacional no se produjo hasta 1996.

1.4.6. Etimología

A excepción del término *cosmosomas*, de origen español, con raíces griegas, y aunque con un acrónimo que responde a sus siglas en inglés y con versión inglesa propia (*cosmosomes*), todos los demás términos son de origen anglosajón, aunque con raíces latinas algunos de ellos. En el caso de *Big Bang*, *black hole*, *brown dwarf* y *Great Attractor*, se ha procedido simplemente a su traducción literal (*Gran Explosión*, *agujero negro*, *enana marrón* y *Gran Atractor*). Los términos de nueva creación como *cuasar* y *pulsar*, resultado de acronimia, se han castellanizado adoptando la forma de palabras llanas con tilde (*cuásar* y *púlsar*) y construyendo el plural con la terminación “-es” (*cuásares* y *púlsares*), aunque estas formas coexisten con otras ante la falta de normalización al respecto.

1.4.7. Problemas lingüísticos

Big Bang se ha impuesto como neologismo sobre su traducción castellana, no así en el caso de *Gran Atractor*, aunque en alguna ocasión se ha traducido como *Gran Atraedor* y *Gran Atracción*. *Agujeros negros* y *enanas marrones* no presentan problemas aparentemente. Sí constituyen un problema lingüístico las diferentes grafías y plurales de *cuásar* y *púlsar*, como hemos visto. *Cosmosomas* es un acrónimo irregular, que mezcla idiomas.

1.4.8. Competencia con términos alternativos

Con respecto al término *Big Bang*, ya vimos cómo resultó reforzado tras el concurso organizado por *Sky and Telescope* para encontrar un término alternativo más apropiado. *Cuásar* compite con QSO en la comunidad científica. *Agujero negro* compite con *hoyo negro* en el ámbito iberoamericano. *Púlsar* y *Gran Atractor* no tienen competencia y *enana marrón* se ha terminado imponiendo sobre otras propuestas. *Cosmosomas* tiene que competir con las *arrugas* de Smoot, con las genéricas *semillas* (*seeds*, en inglés) o con su definición: *estructuras en la radiación del Fondo Cósmico de Microondas* (también con *estructuras cosmológicas a escalas angulares medias*, desarrollo del acrónimo COSMOSOMAS).

1.4.9. Efecto en la audiencia

Sobre este parámetro y dada la dificultad de su medición, ofrecemos impresiones propias y, por tanto, indudablemente subjetivas, basándonos en que no todas las palabras producen el mismo efecto al que las oye por primera vez. *Big Bang* es sonoro y, aunque con reservas como hemos visto, responde a una idea intuitiva que facilita su comprensión. Lo mismo sucede con el término *agujero negro* y *Gran Atractor*. *Cuásar* y *púlsar* quizá produzcan cierta indiferencia, aunque *púlsar* tiene significado propio en castellano. *Enana marrón* causa extrañeza. *Cosmosomas*, aunque largo, también permite cierta asociación de ideas, por la analogía con los cromosomas humanos.

1.4.10. Nivel de aceptación

A juzgar por su repercusión en los medios (véase cuadro de la frecuencia de aparición de términos astronómicos que incluimos en la Tercera Parte) podemos decir que todos estos términos se han impuesto, si bien en el ámbito científico se da una excepción en el caso de *cuásar*, que compite con QSO. El caso de *cosmosomas* es más claro aún, puesto que la comunidad científica no termina de aceptarlo y sigue utilizando otras construcciones; sin embargo quizá sea pronto para juzgarlo.

1.5. Otros términos astronómicos acuñados en el IAC

Con toda seguridad, en el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) se habrán creado muchos más términos de los que destacamos aquí como selección. La encuesta realizada entre investigadores del IAC nos ha permitido ampliar nuestra lista inicial, pero hay que tener en cuenta que pudieran existir términos en la literatura científica acuñados por investigadores actualmente no vinculados al Instituto o simplemente olvidados por sus propios autores.

Destaquemos también que el IAC es un centro de tecnología avanzada donde se desarrolla instrumentación científica de vanguardia. Muchos de estos instrumentos requieren un nombre. Aquí destacamos algunos de ellos.

1.5.1. Teide 1

Los descubridores de la primera *enana marrón* reconocida como tal tuvieron el privilegio de bautizarlo, reconociendo a estos objetos por el lugar de observación. De modo que el primero de esta categoría de objetos recibió el nombre de *Teide 1* ("Teide", por el Observatorio del Teide, desde donde se observó, con ayuda del telescopio "IAC-80", y "1", por ser el primero de los candidatos estudiados desde ese observatorio en confirmarse). Le han seguido otras enanas marrones como *Teide 2*, *Calar 3*, *Roque 25*,...

La repercusión del descubrimiento de la primera *enana marrón* y, por consiguiente, del nombre *Teide 1*, ha sido espectacular, como hemos visto. No nos extendemos más aquí, sin embargo, por haber tratado este tema en el capítulo correspondiente a las *enanas marrones*.

1.5.2. MISMA

“¿Es la fotosfera solar siempre una MISMA?”. Con este título apareció publicado un artículo en *IAC Noticias*⁴⁴ en 1996. En él, los astrofísicos del IAC Jorge Sánchez Almeida y Valentín Martínez Pillet, en colaboración con investigadores de la Universidad de Florencia (Italia) y del *High Altitude Observatory de Boulder* (Colorado, Estados Unidos), presentaban un modelo teórico en el que todas las zonas de la superficie solar son siempre una MISMA (siglas en inglés de “atmósferas magnéticas con micro-estructura”: *Micro-Structured Magnetic Atmospheres*), con consecuencias tanto para las técnicas de medida del campo magnético como para la física de la fotosfera misma. Se dice en el artículo:

Hemos postulado que todas las zonas de la superficie solar son siempre una MISMA, esto es, son altamente irregulares a pequeña escala, aunque a mayores escalas puedan aparecer uniformes. El nombre de MISMA corresponde a siglas inglesas que significan *atmósfera magnética con micro-estructura*, y lo hemos elegido porque, además, se presta a juegos de palabras como el del título del artículo”. También “la hipótesis MISMA afecta a la física de la fotosfera solar. Por ejemplo, podría explicar lo rápido que desaparecen de la superficie solar estructuras enormes como las manchas solares.

Este trabajo, y por tanto el término *MISMA*, fue publicado en la revista científica *The Astrophysical Journal*. La proliferación de acrónimos que forman palabras es evidente y se observa cierta tendencia a construir palabras con significados en castellano (*MATADOR*,...).

Además de *IAC Noticias*, *MISMA* aparece en las Memorias del IAC y en los Informes Anuales del CCI. En cambio, su repercusión en los medios de comunicación es difícil,

dado lo específico del campo, y de momento no hemos registrado ningún uso del término en la prensa española.

1.5.3. Nebulosa del Antifaz

En 1996, el investigador del IAC Romano Corradi encontró en un atlas astronómico un objeto con una morfología muy peculiar que nadie había estudiado anteriormente. Tras confirmarse que este objeto, catalogado como *MRSL 252*, era una nebulosa planetaria del Hemisferio Sur, se le asignó un nombre con sus coordenadas galácticas: *PN 321.6+02.2*.

Pero una nebulosa tan espectacular, que iba a ocupar la primera página de la revista *IAC Noticias*, merecía un nombre acorde con su belleza. De ahí surgió, tras varias propuestas, la *Nebulosa del Antifaz*, que se justifica por el contorno que esta nebulosa evoca y que fue propuesto por César Esteban, asesor científico por entonces de la revista del IAC. En el artículo sobre este objeto se dice:

... ¿tiene PN 321.6+02.2 algo de particular, o es tan sólo una nebulosa planetaria más, la última, descubierta entre el millar que conocemos en la Vía Láctea? ... estamos ante una hermosa estructura doble, lo que en la terminología habitual llamamos una "nebulosa bipolar" y a la que hemos decidido bautizar como la *nebulosa del antifaz*.⁴⁵

1.5.4. Objetos GGD

Constantemente se están formando en nuestra galaxia estrellas de masa inferior a la del Sol en nubes de gas y polvo muy denso y a baja temperatura. Estas estrellas son invisibles para el observador debido principalmente a la gran opacidad de la nube en que se forman, por lo que hay que acudir a longitudes de onda más penetrantes, como el infrarrojo, para poder estudiarlas con más detalle. Ahora se sabe que este tipo de formación estelar va acompañada de manifestaciones en forma de pequeñas condensaciones brillantes, conocidas como *Objetos GGD*⁴⁶.

El astrofísico del IAC Antonio Mampaso y sus colaboradores han estudiado la naturaleza de estos indicadores de formación estelar y de las estrellas asociadas utilizando técnicas infrarrojas. Ellos comenzaron a llamarlos *Objetos GGD* por los tres astrofísicos armenios que los descubrieron en 1978 (Gyulbudaghyan, Glushoy y

Denisyuk), quienes lo hicieron al inspeccionar las placas fotográficas con filtro rojo tomadas en el Observatorio de Monte Palomar (Estados Unidos), cuando buscaban nebulosidades *Herbig-Haro*, objetos morfológicamente muy parecidos.

1.5.5. La fase champagne

El astrofísico Guillermo Tenorio-Tagle, durante algunos años miembro del IAC, descubrió en 1979 una nueva fase evolutiva en las regiones HII a la que llamó *fase champagne*. En palabras de este investigador:

Ello implicó el acoplamiento de la hidrodinámica al transporte de radiación y la ionización causada por una estrella masiva, la cual supuestamente se había formado en una nube densa (en una nube molecular). Tarde o temprano, dependiendo de la distancia al borde de la nube, la radiación era capaz de ionizar también al medio de baja densidad que rodea a la nube, y así se establece la condición necesaria para la *fase champagne*. La fotoionización de los dos medios causa un gradiente de presión en el borde de la nube, gradiente que da lugar a la expansión supersónica del material de la nube hacia el medio menos denso. Ello causa una onda de choque en el medio ionizado y una onda de rarefacción que dispersa el material de la nube⁴⁷.

Posteriormente, de esta fase se derivaron el *modelo champagne*, el *flujo champagne*,... expresiones completamente incorporadas al argot astronómico y, por tanto, presentes en las revistas especializadas.

1.5.6. El Cometake

Con motivo del paso del cometa *Hyakutake* muy cerca de la Tierra durante los meses de marzo y abril de 1996, el IAC organizó un concurso que convocó en tres modalidades (fotografía astronómica, dibujo infantil y artículo publicado en prensa). El lema del concurso fue "El COMETAKE, ¡agárralo como puedas!"⁴⁸.

El Cometake, término acuñado por Carmen del Puerto, resultaba de acortar "cometa" y "hyakutake", al estilo de *cuásar* y *púlsar*, como hemos visto. Además resolvía el problema de su traducción al inglés (donde *cometake* también podría significar "ven" y "cógelo", como el lema en español "agárralo como puedas").

Muchos medios de comunicación lo utilizaron no sólo para referirse al citado concurso, sino también en alusión genérica al paso de este cometa, realmente espectacular.

1.5.7. GRANTECAN

El *Gran Telescopio Canarias* es el nombre oficial del telescopio de espejo segmentado de 10 metros de diámetro, actualmente en proyecto, que se instalará en el Observatorio del Roque de los Muchachos a comienzos del nuevo milenio. Internacionalmente se le conoce por sus iniciales *GTC*, siguiendo el modelo de otros telescopios (*VLT*, de *Very Large Telescope*, ...), aunque en el desarrollo de las siglas es costumbre que figure el nombre de algún astrónomo ilustre (*WHT*, de *William Herschel Telescope*, ...). Sin embargo, esta tradición tiene muchas excepciones, como los telescopios *Keck*, del observatorio de Hawái, que deben su nombre al magnate que los ha financiado.

De forma más genérica también se habla del *Gran Telescopio de Canarias* (aunque "de" no figura en el nombre oficial). Con uno u otro nombre, se trata de un proyecto impulsado por el IAC, financiado por el Estado español y la Comunidad Autónoma de Canarias y abierto a la participación de socios internacionales.

En competencia con estos nombres oficiales, el telescopio es conocido popularmente con otro acrónimo, *Grantecan*, que también da nombre a la empresa pública responsable de su diseño y construcción, "GRANTECAN, S.A." y que, como muchos comentan, "suena a rey guanche"⁴⁹. Algunos de los instrumentos científicos propuestos para acoplar a este telescopio llevan nombres a juego: *OSIRIS* (*Optical System for Imaging and low Resolution Integrated Spectroscopy*), *EMIR* (*Espectrógrafo Multiobjeto INfrarrojo*), *ATLANTIS* (*Atlantic Integral Spectrograph*), *ODIN* (*Espectrógrafo Óptico de Dispersion Intermedia*), *CanariCAM* (*A Thermal Infrared Camera-Spectrograph*) y *MUSICA* (*Espectrógrafo Multiobjeto y Cámara Infrarroja*).

Investigar el origen de los nombres que se asignan tanto a observatorios, telescopios y satélites u otros proyectos espaciales podría ser, de nuevo, objeto de algún estudio multidisciplinar.

1.5.8. CAIN y ABEL

Con estos nombres bíblicos se han bautizado dos instrumentos científicos diseñados y contruidos en el IAC. El primero corresponde a las iniciales de CAMara INfrarroja. El segundo instrumento, ABEL, también segundo en diseño pero con similar funcionalidad, recibió el nombre como consecuencia del primero, según nos informa su responsable, el astrofísico del IAC Francisco Garzón.

El desarrollo y construcción de instrumentación astrofísica plantea necesidades lingüísticas de este tipo. De momento, no existen reglas para nombrar los instrumentos, aunque lo habitual es el recurso a las siglas. En el IAC se han acuñado varios nombres correspondientes a otros tantos instrumentos científicos: GHRIL, FLEX, HEXAFLEX, INTEGRAL,...

1.5.9. Otros términos

Como resultado de nuestra encuesta entre astrónomos, averiguamos algunos términos más acuñados por investigadores del IAC y sobre los que informamos brevemente a continuación:

Artemio Herrero acuñó *discrepancia de masa* (en inglés, *mass discrepancy*) y *discrepancia de helio* (*Helium discrepancy*) en el campo de la formación y evolución estelar.

Ramón J. García López y Rafael Rebolo sugirieron *big lithium gap* para señalar el agujero de litio que se observa entre las estrellas más tardías y las enanas marrones de los cúmulos abiertos. Su utilización compite con "Li chasm", que significa "la sima del litio", propuesto por un grupo americano.

Carlos Westendorp nos cuenta que en las publicaciones del Grupo Solar se habla mucho de la *canopy*, de muy difícil traducción: "En español nos referimos a ella como *marquesina*, pero también habría términos equivalentes *baldaquino*, *pallio*, *carlinga*... En cualquier caso, como lo importante son las publicaciones en inglés, no hay problema. Otra cosa sería decidirse por una traducción".

Marc Balcells acuñó *concha cinemática* (*kinematic shell*). "Shells aparecen en imágenes, en la estructura de la galaxia. Cuando detecté zonas en forma de concha en un mapa cinemático, las llamé *conchas cinemáticas*".

Arturo Manchado y su grupo acuñaron el término *nebulosa planetaria cuadrupolar*, caracterizada por tener dos pares de lóbulos, siendo cada par simétrico a un eje diferente. Esta nueva clase morfológica de nebulosas planetarias fue descubierta durante la realización de un estudio de estos objetos en nuestra galaxia y observadas desde el Hemisferio Norte. Se informó de ello en *IAC Noticias*, en 1996.⁵⁰

Jesús Patrón acuñó "ridges", que traduce como "franjas", en los aspectos bidimensionales de las oscilaciones solares; y "remapping", que traduce como "cartografiado", aunque reconoce que éste le disgusta.

John Beckman cuenta que en su juventud, cuando investigaba en física solar, inventó un término para la capa de la inversión de temperaturas en la cromosfera, la de la temperatura mínima del Sol: *chromopause*, por analogía con la capa de temperatura mínima de la atmósfera terrestre *tropopause*. “Aunque he visto el término en uso unas pocas veces, mi peso específico dentro del campo era insuficiente, y el término no llegó a adoptarse”.

Valentín Martínez Pillet acuñó el término *centro de acimut (Azimuth Center)*, “que describe la distribución acimutal del campo magnético en estructuras resueltas en la superficie solar”.

Inés Rodríguez Hidalgo y su grupo han asignado el término *cascadas de energía* para los estadios de turbulencia en física solar.

Antonia M. Varela lleva tiempo tratando de encontrar una traducción simple e idónea para *seeing*, término con que los astrónomos se refieren a la calidad de las imágenes astronómicas, afectadas por la turbulencia atmosférica.

Terence Mahoney sugiere el nombre de *astrolexicografía (astrolexicography, en inglés)* para la subdisciplina de crear una serie de obras de referencia de la terminología y nomenclatura astronómica.

NOTAS

¹ El IAC también participó, con ideas y concepciones para los contenidos, en el malogrado Pabellón de los Descubrimientos.

² El descubrimiento en sí no fue por accidente, ya que el experimento fue diseñado precisamente para detectar bajos niveles de ruido. De ahí que el descubrimiento fuera inevitable dada la sensibilidad de la antena.

³ **ROBERTS, Royston M.** *Serendipity. Descubrimientos accidentales en la ciencia.* (Serendipity. Accidental Discoveries in Science). Trad. por Jesús Unturbe Sanchiz. Alianza Editorial. Madrid, 1992 (e.o. 1988). Págs. 192-193.

⁴ *Ibidem.*

⁵ **GRIBBIN, John.** *Diccionario del Cosmos* (Companion to the Cosmos). Trad. por Javier García Sanz. Editorial Crítica (Grijalbo Mondadori). Barcelona, 1997 (e.o. 1996). Pág. 228: “[Novikov] predijo (a comienzos de los años 60) la existencia de la radiación de fondo, y escribió un artículo sugiriendo que el instrumento ideal para utilizar en una búsqueda de dicha radiación sería la antena de bocina de los Laboratorios Bell de los Estados Unidos. Esto sucedía en el punto culminante de la guerra fría, y la sugerencia pasó entonces inadvertida para los astrónomos occidentales; la radiación predicha fue descubierta utilizando precisamente el sistema sugerido por Novikov, pero resultó una completa sorpresa para los descubridores Arno Penzias y Robert Wilson.”

⁶ **OVERBYE, Dennis.** *Corazones solitarios en el Cosmos.* (Lonely Hearts of the Cosmos). Trad. por María del Mar Moya y Miquel Muntaner. Editorial Planeta (Documentos). Barcelona, 1992 (e.o. 1991). Págs. 158-159.

⁷ *Ibidem.*

⁸ **SMOOT, George, y DAVIDSON, Keay.** *Arrugas en el tiempo* (Wrinkles in Time). Trad. por Néstor Míguez y J.A. González Cofreces. Plaza y Janés Editores (Colección Tribuna). Barcelona, septiembre de 1994 (e.o. 1993). Págs. 298-299.

⁹ “... Pero habíamos triunfado sobre la adversidad y asegurado el Santo Grial de la cosmología”, dice este científico en **SMOOT y DAVIDSON, op. cit.** Pág. 338.

¹⁰ Este telescopio, instalado en el Observatorio del Teide desde 1972, perteneció inicialmente al Reino Unido, pero fue cedido al IAC en 1983. De *Infrared Flux Collector* pasó a llamarse Telescopio “Carlos Sánchez” (TCS), en honor a Carlos Sánchez Magro, investigador del IAC experto en astronomía infrarroja y fallecido en 1985.

¹¹ El *Experimento de Tenerife* está financiado actualmente por la Unión Europea (programas *Science* y TMR), el Consejo de Investigación en Física de Partículas y Astronomía británico (PPARC) y la Dirección General de Investigación Científica y Técnica española.

¹² Entrevista personal con Rafael Rebolo.

¹³ El material *bariónico* se refiere a la materia atómica ordinaria, formada por protones, neutrones y electrones.

¹⁴ Misión antes denominada COBRAS/SAMBA, de *Cosmic Background Radiation Anisotropy Satellite / Satellite for Measurement of Background Anisotropies.*

¹⁵ Un cuerpo negro es un cuerpo ideal -no existe en la naturaleza, aunque puede simularse en los laboratorios- que absorbe toda la radiación incidente sobre él sin reflejar la más pequeña fracción. Tiene un espectro característico que sólo depende de la temperatura.

¹⁶ Entrevista personal con Simon White.

¹⁷ **SMOOT y DAVIDSON, op.cit.** Pág. 9.

¹⁸ *Ibidem.* Pág. 21.

¹⁹ *Ibidem.* Pág. 31.

²⁰ *Ibidem.* Pág. 25.

²¹ Aunque previamente se les identificó como el *Equipo A*, el grupo fue bautizado finalmente con el nombre de *Club Dumas*, en alusión a la novela homónima del periodista Arturo Pérez Reverte.

²² Estaban presentes, por orden alfabético: Juan Antonio Belmonte Avilés, John E. Beckman, Ignacio García de la Rosa, Francisco Garzón López, Ángel Gómez Roldán, Carlos Gutiérrez de la Cruz, Antonio Mampaso Recio, Evencio Mediavilla Gradolph, Carmen del Puerto Varela, Rafael Rebolo López, Francisco Sánchez Martínez y Robert Watson. Jesús Jiménez Fuensalida y Carlos Martínez Roger se incorporaron más tarde.

²³ El Grupo del Fondo Cósmico del IAC está formado actualmente por: Rafael Rebolo, Carlos Gutiérrez, Julio Gallegos, Roger Hoyland y Robert Watson (visitante de la Universidad de Manchester). John Beckman también fue integrante del grupo en sus primeros años, así como Bruno Femenía.

²⁴ En esta ocasión estaban presentes, por orden alfabético: Juan Antonio Belmonte Avilés, Ignacio García de la Rosa, Ángel Gómez Roldán, Carlos Gutiérrez de la Cruz, Jesús Jiménez Fuensalida, Antonio Mampaso Recio, Carlos Martínez Roger, Carmen del Puerto Varela, Rafael Rebolo López, Francisco Sánchez Martínez, y Robert Watson. Evencio Mediavilla entregó por escrito sus propuestas.

²⁵ En realidad, esta última propuesta surgió posteriormente, en conversaciones informales con Carlos Gutiérrez.

²⁶ Recogido en *IAC Noticias*, N. 1-1994. Pág. 44.

²⁷ Dado que no existe acuerdo entre lingüistas sobre lo que debe considerarse acrónimo o no (véanse las observaciones que al respecto hicimos en el capítulo sobre el lenguaje de la Primera Parte), nosotros optamos por considerar COSMOSOMAS como un acrónimo peculiar.

²⁸ Elaborado por el periodista Rubén Darío García León.

²⁹ En inglés, “*It is a very good word. Because there is no other single word to describe these very large embryonic structures and so it’s nice to have a new word for it*”.

³⁰ Como resultado de la reunión de expertos internacionales en grandes telescopios mantenida en abril de 1995, se tomó la decisión de optar por el modelo segmentado de 10 metros, frente al modelo monolítico de 8 metros de esta propuesta inicial.

³¹ Texto en inglés: “*The evolution that the Universe has followed, from the primordial cosmosomas (COSMOlogical Structures On Medium Angular Scales) detected by microwave background experiments to the present day structures of clusters and superclusters, filaments and voids, is still very poorly understood*”.

³² Texto en inglés: “*I look forward to somebody proving that these things really have an existence*”.

³³ Texto en inglés: “*The detection of COSMOSOMAS (COSMOlogical Structures On Medium Angular Scales) in the Tenerife cosmic microwave background (CMB) experiments was the culmination of a focused search with ever more sensitive radiometers. Our*

results have recently been dramatically confirmed in a definitive study of the COBE data base. ... We were confident that COSMOSOMAS actually existed.”

³⁴ Texto en inglés: “We believe that these features represent the first detection of individual primordial fluctuations in the CMB. It has been proposed that these structures be called COSMOSOMES (COSMOlogical Structures On MEdium Scales)”.

³⁵ **BUITRAGO, J, MEDIAVILLA, E., y OSOZ, A. (editores).** *Relativistic Astrophysics and Cosmology* (Proceedings of the Spanish Relativity Meeting). World Scientific Publishing. Singapore, 1997.

³⁶ Texto original en inglés: “The assessment of COSMOlogical Structures On Medium Angular Scales (COSMOSOMAS) is shown to be an important step in the study of the fundamental parameters of the Universe through the determination of the angular power spectrum of the Cosmic Microwave Background (CMB). We compare the Tenerife experiment results with those of COBE, which allows strong limits to be placed on the generation of tensor mode perturbations in an inflationary scenario and of cosmological defects”.

³⁷ Texto original en inglés: “Well what exactly are COSMOSOMAS? It is a bon mot which was suggested, half-jokingly, within our group to more conveniently refer to the first unambiguous cosmological ‘features’ we had found in the 3K relic radiation reported in Hancock et al.(1), rather than having to constantly use words like ‘fluctuation’, ‘hot spot’ or ‘bump’. This slightly forced acronym of COSMOlogical Structures On Medium Angular Scales does convey the idea of the cosmological seed structure required by theories of galaxy formation by gravitational collapse. Here I shall extend this definition of COSMOSOMAS to cover not only the angles of the Tenerife experiment but also the expected region of enhanced signal in the CMB angular power spectrum at about 1°, which is usually referred to as the first ‘Doppler’ peak.”

³⁸ En este apartado sobre la repercusión que tuvieron las noticias relacionadas con los resultados tanto del satélite COBE como del Experimento de Tenerife y, especialmente, las que recogieron el término *cosmosomas* (ya sea en titulares o en el cuerpo del texto), hemos considerado principalmente la prensa diaria española.

³⁹ **SMOOT y DAVIDSON**, *op. cit.* Págs. 347-348.

⁴⁰ *Ibidem.*

⁴¹ *Ibidem.*

⁴² Hubo más informaciones en la prensa española sobre estas declaraciones, pero no recogían el término *cosmosomas*, razón por la que no las incluimos aquí.

⁴³ Rusia también fue el primer país en enviar animales al espacio y el primero en enviar un vehículo tripulado, con Gagarin a bordo (1961).

⁴⁴ **SÁNCHEZ ALMEIDA, Jorge, LANDI DEGL’INNOCENTI, Egidio, MARTÍNEZ PILLET, Valentín, y LITES, Bruce W.** “¿Es la fotosfera solar siempre una MISMA?”, en *IAC Noticias*, N.1-1996. Págs. 6 y 7.

⁴⁵ **VILLAVER, Eva.** “La Nebulosa del Antifaz”, en *IAC Noticias*, N. 1-1997. Págs. 8-9.

⁴⁶ De estos objetos se informaba en *IAC Noticias*, N. 7, abril de 1988. Pág. 3. “Los objetos GGD, indicadores de formación estelar”.

⁴⁷ Entrevista personal con Guillermo Tenorio-Tagle.

⁴⁸ Las bases del concurso fueron enviadas a los medios de comunicación y publicadas en *IAC Noticias*, N. 1-1996. Págs. 28-33. Un año después se editó un suplemento especial de esta revista con los resultados de este concurso.

⁴⁹ En un reportaje publicado en la prensa española se decía: “El GTC no tiene aún nombre propio y, según la tradición de los constructores de telescopios, debe llevar el de un astrónomo célebre. Mientras tanto, no falta sentido del humor en el IAC y se empieza a hablar del TOMATE, Telescopio de Ocho Metros de Alta Tecnología Española”, que era el proyecto inicial, finalmente sustituido por un telescopio segmentado de 10 metros. (“Primeros pasos del superteloscopo español del 2000”. Alicia Rivera. *El País*, 21/9/94).

⁵⁰ **MANCHADO, Arturo.** “Nebulosas cuadrupolares: un nuevo tipo morfológico de Nebulosas Planetarias”, en *IAC Noticias*, N. 1-1996. Págs. 8-9.



Cometa Hale-Bopp.
Imagen obtenida desde Canarias en 1997.
© Luis Chinarro.

QUINTA PARTE:

Análisis de prensa

Una de las hipótesis iniciales planteadas en la Introducción mantenía que se advierte una mayor presencia de las noticias científicas en los medios de comunicación, especialmente desde 1985, tanto en la prensa diaria como en las revistas de divulgación y de interés general. Y otra, que la astronomía y el Espacio son un contenido periodístico de actualidad, con un tratamiento informativo también cada vez mayor. Para verificar estas hipótesis e ilustrar gráficamente nuestro estudio, hemos realizado tres tipos de análisis de prensa.

Análisis de prensa I

Análisis de las noticias científicas clasificadas en los *Índices anuales de El País* (1976-1995)

En el primero de ellos -que identificamos como "Análisis de prensa I"- hemos hecho un análisis cuantitativo de las noticias científicas que se han publicado en el diario *El País* a lo largo de dos décadas, los primeros veinte años de este periódico: desde 1976, fecha en que apareció el diario, hasta 1995, último año del que existía disponible, al comienzo del análisis, el correspondiente *Índice anual*, una publicación que clasifica y sistematiza el contenido de este periódico.

Somos conscientes de que introducimos un sesgo en la investigación al hacer este análisis utilizando una única fuente: el diario *El País*. Pero la existencia de sus *Índices anuales*, en los que con mejor o peor criterio (como ya comentaremos), se clasifican por campos todas las noticias publicadas en este diario, es una facilidad para la investigación que no ofrecían en su momento otros diarios españoles a los que hemos podido acceder. También es uno de los diarios españoles de mayor difusión¹.

Otra razón del sesgo es que se trata de un periódico de fácil acotación temporal y que, desde su nacimiento, ha dado cabida en sus páginas a las noticias científicas. El periodismo científico que abandera adquiere su propia esencia con la especialización de sus periodistas y la creación en 1985 del suplemento semanal "Futuro", reservado para noticias científicas, al margen de las publicadas diariamente en la sección de *Sociedad* y en otros suplementos como "Salud" o "Ciberpaís".

El objetivo principal de este primer análisis es obtener la gráfica de la evolución de las noticias de carácter científico y, en particular, comparar la evolución de las noticias astronómicas con la de otras ramas de la ciencia. También buscamos hallar qué porcentaje de las noticias relacionadas con la astronomía y el Espacio están vinculadas con el Instituto de Astrofísica de Canarias y sus Observatorios (en este caso, también se han utilizado los propios archivos del IAC).

Análisis de prensa II

Análisis de los suplementos de ciencia de *Abc* y *El País* (1996-1997)

Como compensación al sesgo del que hablábamos, en el segundo análisis -"Análisis de prensa II"-, hemos hecho un seguimiento de los suplementos de ciencia semanales de *Abc*, otro diario español de gran difusión², y *El País* a lo largo de dos años: 1996 y 1997, que cronológicamente continúan el primer análisis de este último periódico (aunque en este caso, como veremos, no pueden correlacionarse los datos por ajustarse a distintos criterios de cómputo y clasificación). En estos dos diarios encontramos un periodismo científico de calidad y los dos únicos suplementos científicos semanales de periódicos de difusión nacional que se mantenían en este período.

De nuevo aquí buscamos establecer el porcentaje de la *tarta* que corresponde a las noticias relacionadas con la astronomía y el Espacio, en comparación con el de otras especialidades científicas.

En el tratamiento de los datos para la confección de nuestras gráficas nos han surgido dudas a la hora de clasificar por campos las noticias científicas. Dificultad

que habíamos previsto puesto que, como advertíamos en la Introducción, nos hallamos ante un período de máxima especialización y, a su vez, de complejas interconexiones.

Con el asesoramiento de periodistas científicos, finalmente hemos clasificado las diferentes materias científicas en una serie de 14 grupos. Frente a las críticas que puedan hacerse sobre esta clasificación, insistimos en lo difícil y arbitrario de esta tarea dada la interdisciplinariedad de las ciencias, muy acusada en los últimos años (de ahí también la dificultad por mantener los mismos campos adoptados en las clasificaciones de los *Índices anuales de El País*).

Con respecto a este periódico, no pretendemos establecer, como decíamos, una línea de continuidad entre el primero y el segundo análisis, dado que este último sólo cubre la información científica publicada en las páginas del suplemento "Futuro" y no en todo el periódico, como se hace en el primer análisis. Además, en el segundo análisis hemos computado toda la información del suplemento, incluyendo noticias breves, reseñas de libros, convocatorias y hasta infográficos (material que puede no haberse recogido en la clasificación de noticias científicas en los *Índices anuales de El País*).

Análisis de prensa III

Selección de los principales temas astronómicos y espaciales que han sido titulares de prensa en la década de los noventa

Es difícil averiguar qué noticia astronómica ha tenido mayor repercusión en la prensa (en concreto en los periódicos que hemos analizado). Aun así, en el "Análisis de prensa III" y precedidas de una selección de los descubrimientos astronómicos e hitos espaciales del siglo XX, presentamos lo que -creemos- han sido las 20 noticias astronómicas y espaciales (grupos de noticias en algunos casos) de la década de los noventa. (Como también se aclarará en su momento, llamamos así no al período que en rigor corresponde, entre el año 1991 y el año 2000, sino a un período entre 1990 y 1999, que conviene a nuestro estudio por la fecha en que nos encontramos al término de este trabajo).

Veremos que en la mayoría de los casos han sido noticias destacadas en la primera página (portadas incluso) o, al menos, con llamadas en el sumario a páginas interiores. Muchas de ellas han merecido un editorial, género no muy frecuentado por las noticias científicas.

NOTAS

¹ 440.628 ejemplares (el 11,11%) en 1997, según datos de la Oficina para la Justificación de la Difusión (OJD) de enero de 1999.

² 301.054 ejemplares (el 7,59%) en 1997, según datos de la OJD, de enero de 1999.

ANÁLISIS DE PRENSA I

Análisis de las noticias científicas clasificadas en los *Índices anuales de El País* (1976-1995)

1. Las noticias científicas en dos décadas de *El País*

El diario *El País* apareció en los quioscos por primera vez el 14 de mayo de 1976. Desde entonces, sus páginas han ido informando, en mayor o menor medida, de la actualidad científica y tecnológica.

Para nuestro primer análisis hemos seleccionado este periódico por ser uno de los medios que más se han preocupado por hacer periodismo científico. También, y especialmente, porque dispone de índices de noticias anuales, editados por el propio periódico, que sistematizan todo lo publicado en este diario clasificando, por ejemplo, la información por materias.

La existencia de estos *Índices anuales* desde 1976 hasta 1995 (último volumen publicado al que tuvimos acceso al comienzo de este análisis) nos ha permitido estudiar la evolución en el número de noticias científicas a lo largo de estas dos décadas. Para ello hemos seleccionado las entradas de "Ciencia" de cada año y hemos computado el número de noticias que aparecen clasificadas bajo esta categoría. (Los años 1976 y 1977 aparecen indiferenciados en un único volumen).

La entrada de "Ciencia" -que a veces aparece junto con la de "Ciencia y Tecnología", agrupadas en nuestro estudio- se divide, a su vez, en varios apartados, de los que nos interesan únicamente tres: "Ciencias Exactas", "Ciencias Naturales" y "Ciencias Sociales".

El apartado de "Ciencias Exactas" se subdivide en cuatro disciplinas científicas: "Astronomía", "Física", "Matemáticas" y "Química". Independientemente de las noticias clasificadas bajo estas cuatro materias, "Ciencias Exactas" incluye noticias

propias (entendemos que se trata de las noticias difícilmente clasificables en alguna de las subdivisiones).

El apartado de "Ciencias Naturales" se subdivide en seis disciplinas científicas: "Biología", "Botánica", "Geología", "Oceanografía", "Paleontología" y "Zoología". Como en el caso de "Ciencias Exactas", en "Ciencias Naturales" también se incluyen noticias propias no clasificadas en las subdivisiones de esta categoría.

El apartado de "Ciencias Sociales" se subdivide en varios apartados. En nuestro estudio, sólo nos interesan como disciplinas científicas las categorías de "Antropología y Etnología" y "Arqueología".

1.1. Gráficas (al final del capítulo)

- **TABLA DE DATOS 1:** Cómputo por años y materias de las noticias científicas publicadas en *El País* durante el período 1976-1995.
- **GRÁFICA 1:** Curva de evolución con los años del número de noticias científicas publicadas en *El País* (1976-1995).

1.2. Conclusiones

- Se comprueba el interés periodístico por la ciencia y la tecnología en un diario de ámbito nacional -*El País*- a la vista de la evolución en el número de noticias científicas publicadas en los primeros veinte años de vida de este periódico, que se multiplica por diez, pasando de 186 noticias entre 1976 y 1977 a 1.893 en 1995. El porcentaje se incrementa del 0,36% al 2,90%.
- De 1976 a 1985, el número de noticias científicas anuales no excede de 300, salvo excepciones. Pero tras esta primera década de crecimiento contenido, a razón de un incremento promedio de unas 20 noticias anuales, y a partir de 1985, año en el que aparece el suplemento científico "Futuro" (también surgen en ese año suplementos científicos en otros periódicos), se observa un espectacular crecimiento.
- Vemos, por tanto, que en 1985 se inicia un crecimiento constante y significativo, aumentando a un ritmo de unas 150 noticias por año. Entendemos que este despegue responde a una mayor sensibilización del periódico hacia los temas

científicos, en respuesta al supuesto mayor interés por estos contenidos que los suplementos científicos han despertado en los lectores.

- En 1990 se produce un incremento de 345 noticias con respecto al año anterior, desviándose la curva de su crecimiento lineal. Por tanto, el punto de inflexión que se observa en 1991, año en el que el número de noticias baja de 1.171 a 994, debe entenderse como la recuperación del ritmo de crecimiento lineal mantenido.
- Tras analizar el contenido de las noticias científicas de 1990, llegamos a la conclusión de que el superior incremento de este año es debido en parte a un mayor número de noticias astronómicas (149 frente a las 63 del año anterior). Este número acusa el volumen de noticias generado a raíz del lanzamiento del Telescopio Espacial *Hubble*, término que ese año apareció 16 veces en titulares.
- Recuperado el ritmo, se alcanza el número de 1.893 noticias científicas en 1995, que dan una media de 5 noticias científicas diarias (frente a 0,5 de 1985). El número promedio de noticias de un periódico de ese año era de unas 180 noticias diarias.

2. Las noticias relacionadas con la astronomía, la astrofísica y el Espacio

La clasificación por materias de los *Índices anuales de El País* también nos ha permitido ver cuál ha sido la contribución por años de cada una de estas materias al conjunto de noticias científicas publicadas en este periódico.

En la tabla de datos que hemos construido identificamos 16 campos, si bien, como ya hemos dicho, en uno de ellos -"Ciencias sociales"- no se computa ninguna noticia, dado que sólo nos interesan dentro de él las categorías individualizadas de "Antropología y Etnología" y "Arqueología".

2.1. Gráficas (al final del capítulo)

- **GRÁFICA 2:** Distribución del número de noticias científicas, clasificadas por materias, publicadas en *El País* (1976-1995).

- **GRÁFICA 3:** Representación sectorial con porcentajes del reparto por materias de las noticias científicas publicadas en *El País* (1976-1995).
- **GRÁFICA 4:** Curva de evolución con los años del número de noticias astronómicas publicadas en *El País* (1976-1995), comparada con la de las otras materias clasificadas en "Ciencias Exactas" (Física, Matemáticas y Química).
- **GRÁFICA 5:** Distribución del número de noticias sobre Astronomía, Física, Matemáticas y Química publicadas en *El País* (1976-1995).
- **GRÁFICA 6:** Representación sectorial con porcentajes del reparto de noticias sobre Astronomía, Física, Matemáticas y Química publicadas en *El País* (1976-1995).

2.2. Conclusiones

- La ciencia con mayor número de noticias publicadas en *El País*, en las dos décadas analizadas, es la "Zoología", con 3.313 noticias (el 26,27%), seguido de "Arqueología", con 2.077 noticias (el 16,47%) y "Biología", con 1.541 noticias (el 12,22%). Este resultado, que sitúa a la zoología en primer lugar, se debe al gran número de noticias que se producen como consecuencia de varios brotes de peste equina en España, la muerte misteriosa de delfines en el Mediterráneo y un resurgimiento de campañas en favor de especies en peligro, como el oso pardo o las ballenas.
- "Astronomía" ocupa el cuarto lugar, con 1.383 noticias, el 10,97% del total. Hubo dos años en los que el número de noticias de este campo superó al resto de noticias científicas: 1978 (24 noticias, el 25,26% de las noticias del año) y 1986 (80 noticias, el 21,16%). En los años 1987 y 1988, en cambio, se observa una caída importante en el número de noticias astronómicas, pero el ritmo se recupera al año siguiente y, especialmente, con el espectacular incremento ya comentado de 1990.
- Si consideramos el grupo de materias clasificadas dentro de "Ciencias Exactas", vemos que "Astronomía" ocupa el primer puesto en número de noticias, con el 46,58% de un total de 2.969 noticias. Le sigue "Física", con el 35,87%, "Química", con el 10,81%, y "Matemáticas", con el 6,03%. (No clasificadas en ninguno de estos grupos individualmente, tenemos un 0,71%, que se incluyen en la columna de "Ciencias Exactas").

3. Las noticias relacionadas con el IAC

El Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) es una fuente de información permanente para los medios de comunicación, bien por las noticias relacionadas con sus observatorios internacionales -el Observatorio del Teide y el Observatorio del Roque de los Muchachos-, bien por su investigación astrofísica y desarrollos tecnológicos, así como por la actividad docente y divulgativa que lleva a cabo.

Para ver cuál ha sido su presencia en un medio de difusión nacional como *El País* hemos computado el número de noticias relacionadas con el IAC que aparecen bajo la categoría de "Astronomía", en los *Índices anuales de El País*. (En el "Análisis de prensa II", también haremos un cómputo similar), y los hemos cotejado con los datos de los archivos del IAC.

3.1. Gráficas (al final del capítulo)

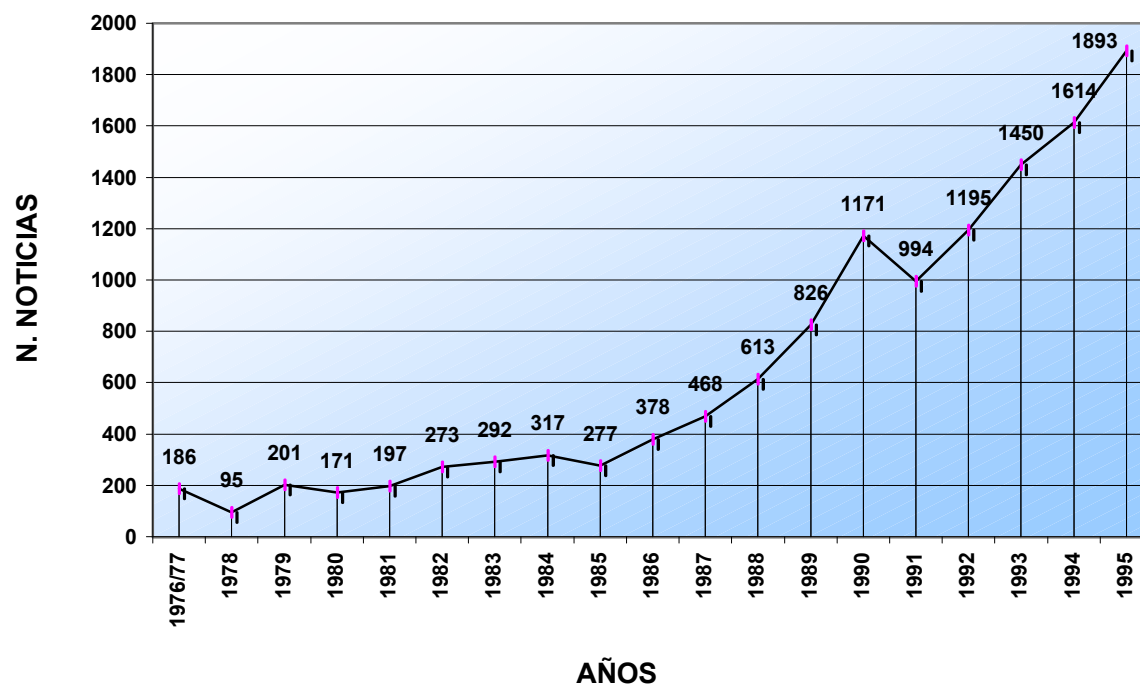
- **TABLA DE DATOS 2:** Cómputo por años de las noticias de Astronomía publicadas en *El País* (1976-1995) y, entre ellas, las relacionadas con el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y su porcentaje.
- **GRÁFICA 7:** Curva de evolución con los años de las noticias relacionadas con el IAC, comparada con la del resto de noticias astronómicas publicadas en *El País* (1976-1995).
- **GRÁFICA 8:** Curva de evolución con los años del porcentaje de noticias relacionadas con el IAC con respecto al total de noticias astronómicas publicadas en *El País* (1976-1995).

3.2. Conclusiones

- La evolución en el número de noticias relacionadas con el IAC ha ido pareja a la de las noticias científicas en general y astronómicas en particular.
- Destaca el número de noticias publicadas en 1985, fecha que coincide con la Inauguración Oficial del IAC y sus Observatorios, y en 1986, con motivo del paso del cometa *Halley* y su seguimiento desde Canarias.

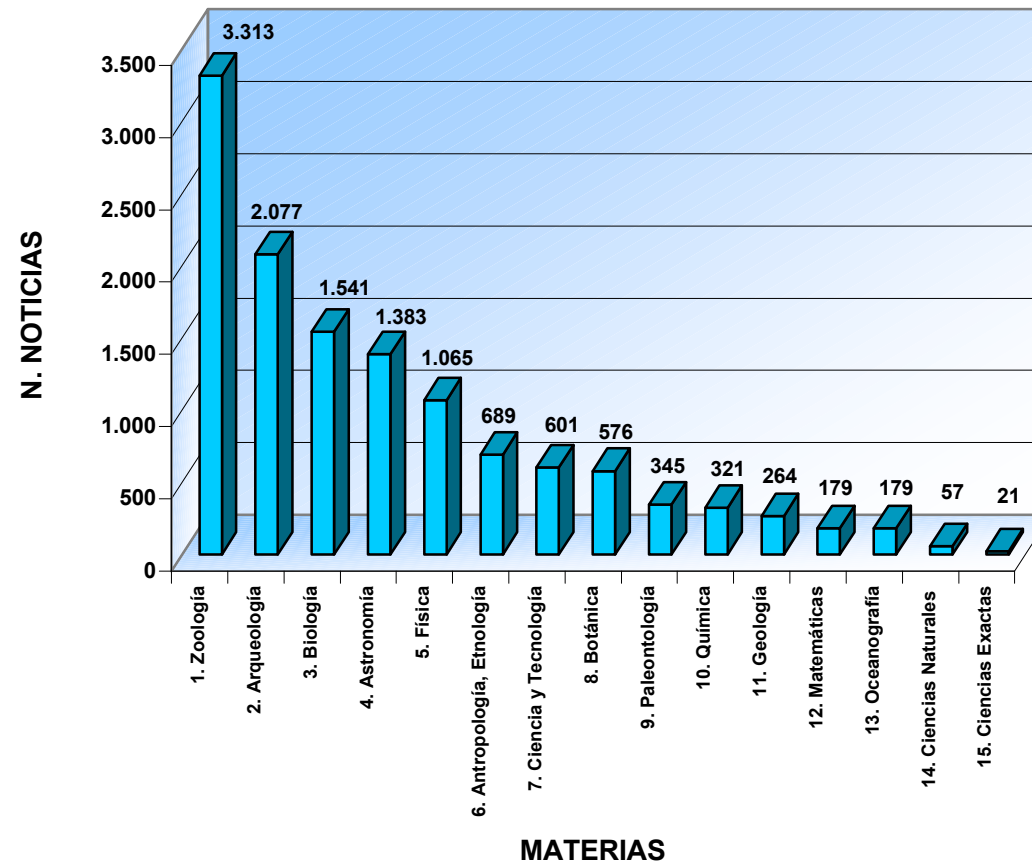
GRÁFICA 1

Curva de evolución con los años del número de noticias científicas publicadas en *El País* (1976-1995).



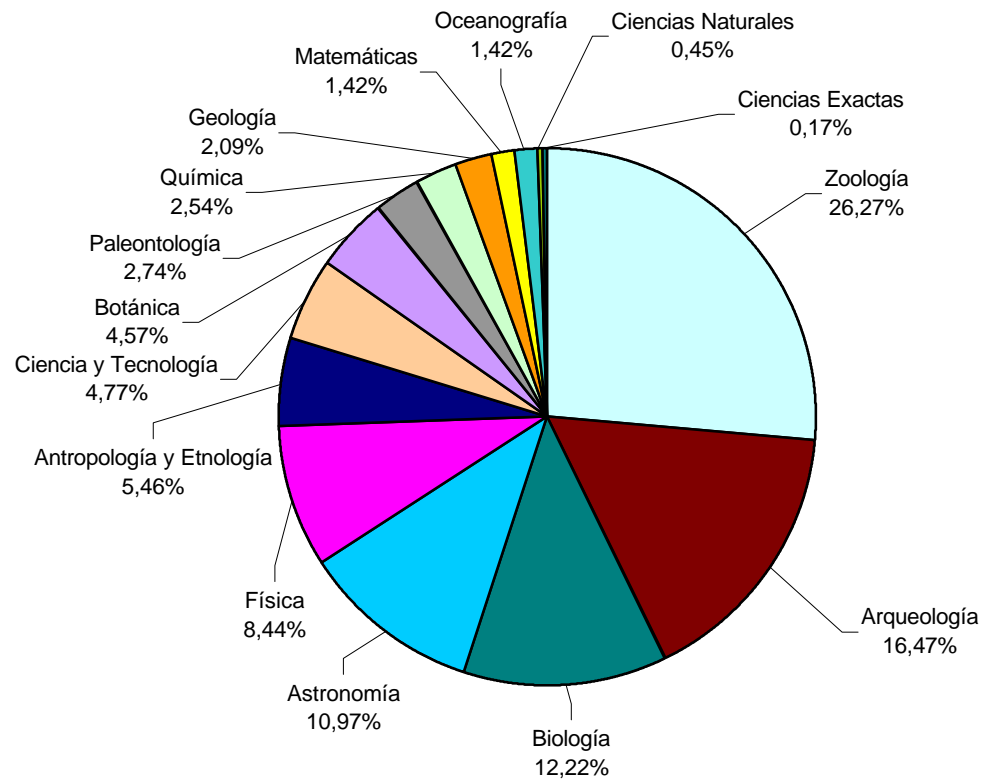
GRÁFICA 2

Distribución del número de noticias científicas, clasificadas por materias, publicadas en *El País* (1976-1995).



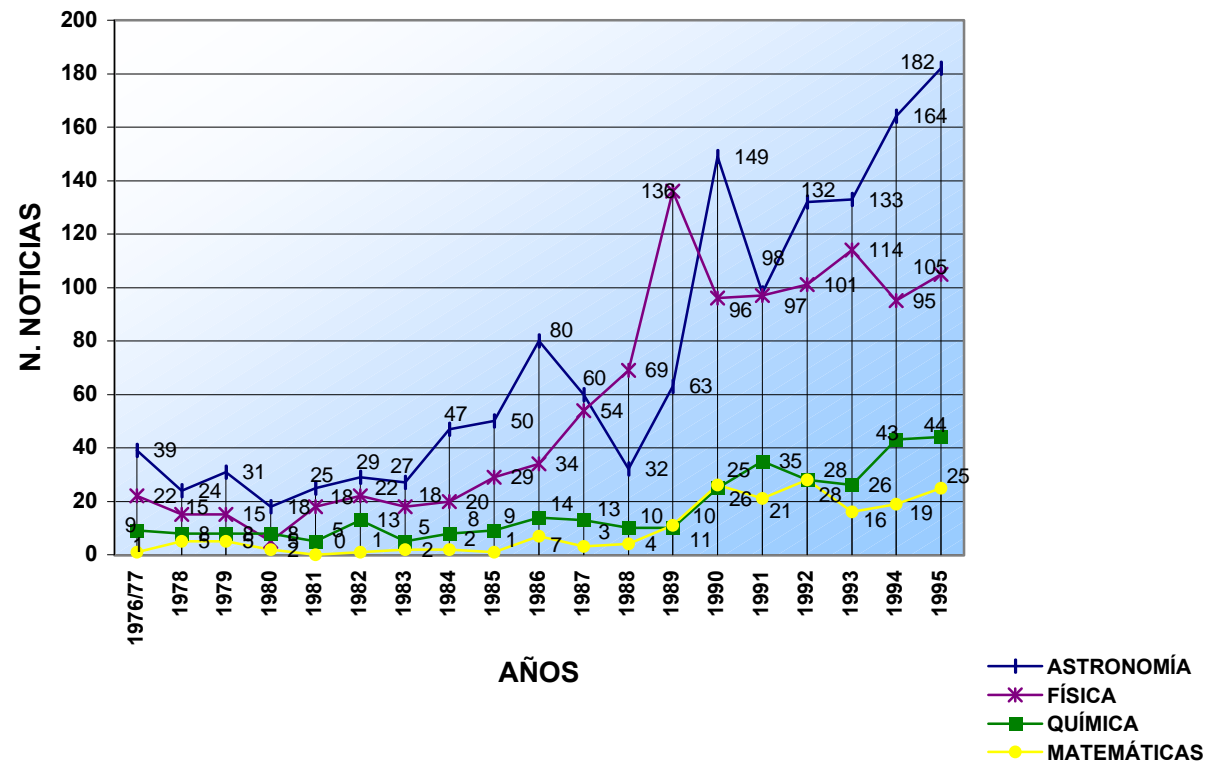
GRÁFICA 3

Representación sectorial con porcentajes del reparto por materias de las noticias científicas publicadas en *El País* (1976-1995)



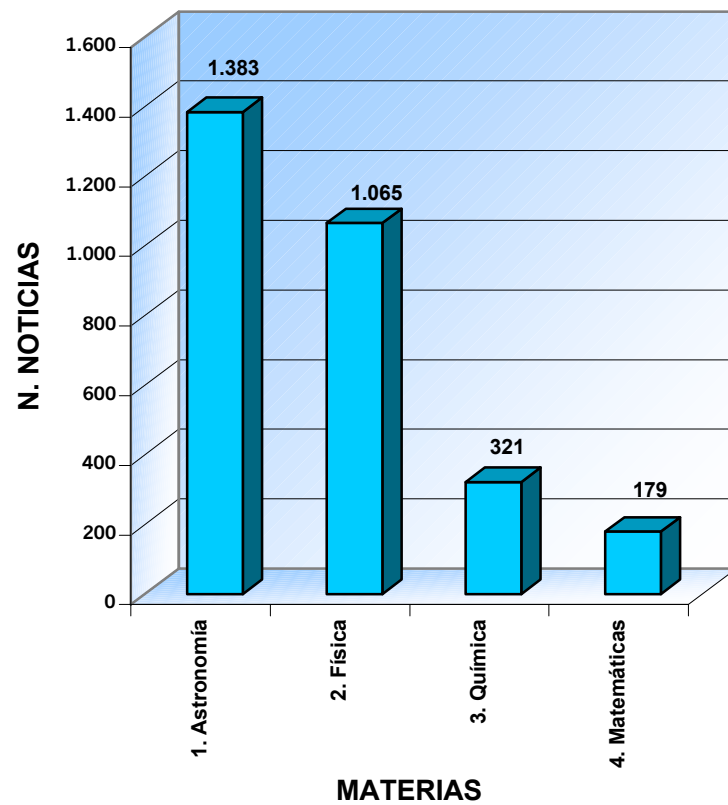
GRÁFICA 4

Curva de evolución con los años del número de noticias astronómicas publicadas en *El País* (1976-1995), comparada con la de otras materias clasificadas en "Ciencias Exactas" (Física, Matemáticas y Química).



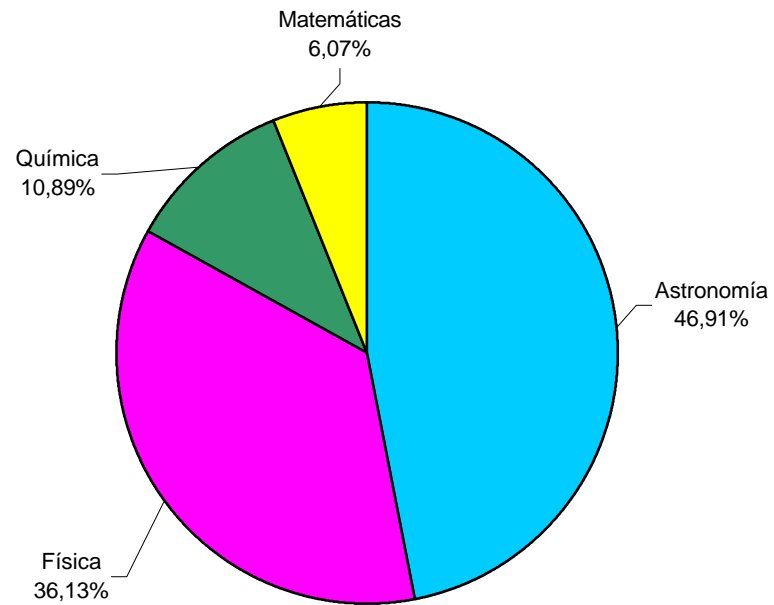
GRÁFICA 5

Distribución del número de noticias sobre Astronomía, Física, Matemáticas y Química publicadas en *El País* (1976-1995).



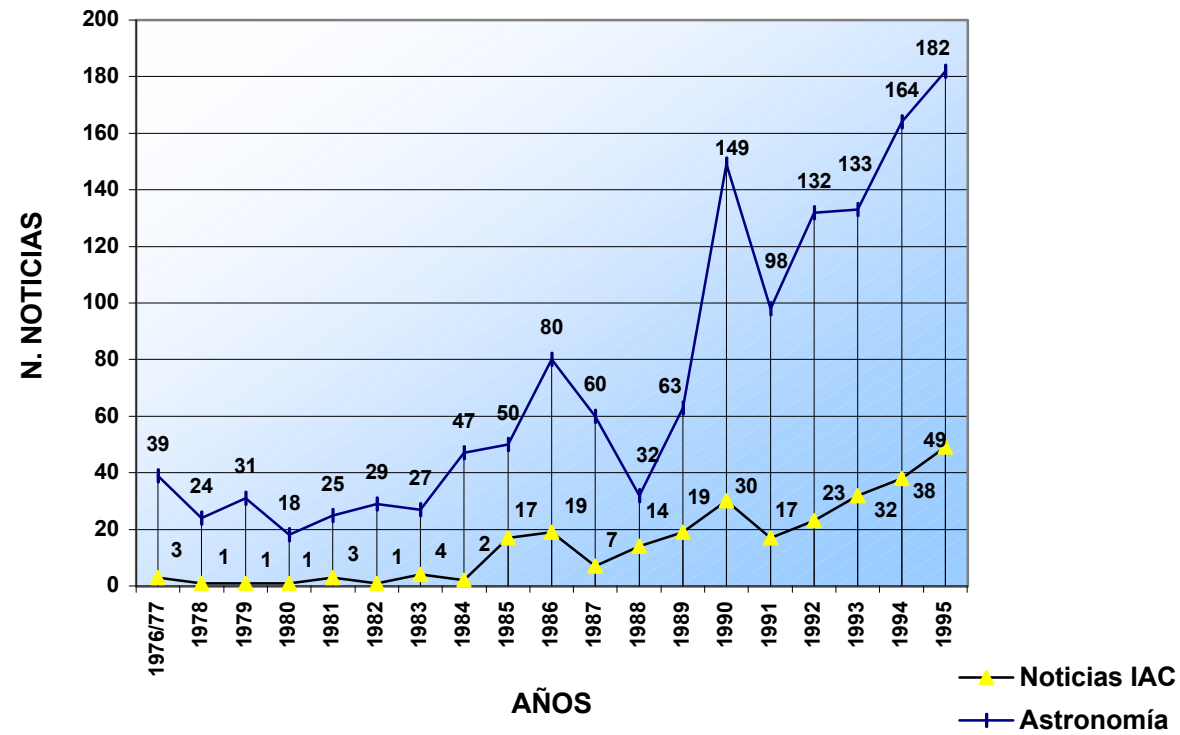
GRÁFICA 6

Representación sectorial con porcentajes del reparto de noticias sobre Astronomía, Física, Matemáticas y Química, publicadas en *El País* (1976-1995).



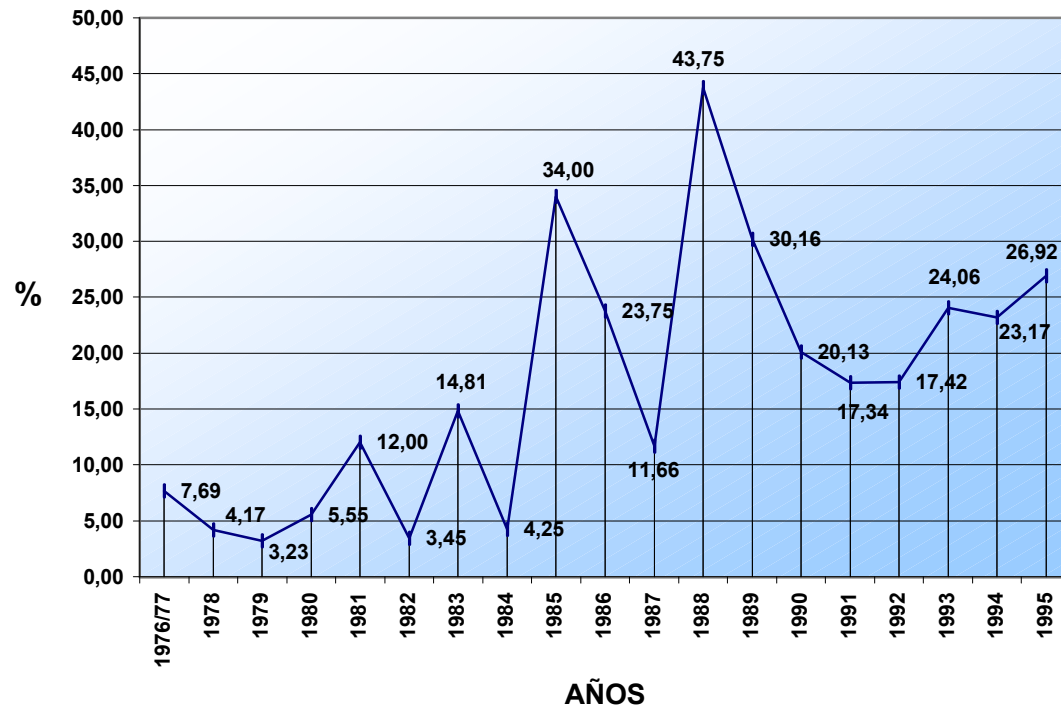
GRÁFICA 7

Curva de evolución con los años de las noticias relacionadas con el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), comparada con la del resto de noticias astronómicas publicadas en *El País* (1976-1995).



GRÁFICA 8

Curva de evolución con los años del porcentaje de noticias relacionadas con el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) con respecto al total de noticias astronómicas publicadas en *El País* (1976-1995).



ANÁLISIS DE PRENSA II

Análisis de los suplementos de ciencia de *Abc* y *El País* (1996-1997)

En nuestro segundo análisis hemos hecho un seguimiento de los suplementos de ciencia de *Abc* y de *El País* -"ABC de la Ciencia" y "Futuro", respectivamente-, a lo largo de los años 1996 y 1997 (que continúan el período de 20 años de *El País* estudiado en el análisis anterior, aunque en éste se incluían todas las noticias científicas publicadas en el periódico y no sólo las recogidas en el suplemento).

Para el presente análisis hemos contado con la colaboración de los responsables de estos suplementos, profesionales con muchos años de experiencia en periodismo científico. Ellos nos han proporcionado algunos datos de interés que se incluyen en nuestro estudio.

Creemos que tanto "ABC de la Ciencia" como "Futuro", los únicos suplementos de difusión nacional que se mantenían a 31 de diciembre de 1998, constituyen dos dignos ejemplos de periodismo científico en la prensa española. Si bien sus esquemas son diferentes, como veremos, ambos responden al objetivo común de informar exclusivamente sobre temas de actualidad en ciencia y tecnología. Con el análisis de sus contenidos pretendemos establecer una distribución por materias a fin de averiguar cuáles son las ciencias de mayor actualidad informativa y, en especial, qué lugar ocupan en la lista los temas de Espacio y astronomía. También obtendremos el porcentaje de estas noticias relacionadas con el Instituto de Astrofísica de Canarias.

En este análisis hemos sido necesariamente "arbitrarios" (arbitrariedad en el sentido de la "facultad que tiene el hombre de adoptar una resolución con preferencia a otra"¹) a la hora de clasificar las informaciones por disciplinas científicas. Reconocemos así cierta subjetividad -inevitable, insistimos- en los criterios adoptados, con riesgo de haber hecho un análisis muy sesgado. ¿Dónde clasificar un reportaje titulado "El negocio de la información genética provoca la rebelión de las etnias?"²

(en este caso, optamos por clasificarlo en "genética" y no en "antropología" o "etnografía").

Para la clasificación de las noticias por materias nos hemos orientado según las definiciones de cada disciplina científica recogidas en el *Vocabulario Científico y Técnico*, de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales³.

Como venimos apuntando, asistimos a una simbiosis sin precedentes entre las ciencias y, precisamente debido a esta interdisciplinariedad, las fronteras que separan unas ciencias de otras se diluyen. En consecuencia, no es despreciable el número de casos de difícil catalogación que se nos han presentado y ello nos hace estimar que en nuestros resultados podría haber un margen de variación de al menos el 10% (el porcentaje de casos dudosos con respecto al total de noticias científicas). Este porcentaje debe considerarse, por tanto, un límite inferior al actual grado de interdisciplinariedad científica.

A continuación se señalan algunas observaciones más que deben tenerse en cuenta sobre el método analítico utilizado para clasificar y cuantificar las informaciones de estos suplementos:

- Hemos computado toda la información de las páginas de los suplementos, incluidos las subsecciones de "libros", "revistas", "convocatorias" y, como parte de éstas, incluso, módulos de publicidad (excepcionalmente) cuando éstos anuncian una conferencia científica o similar.
- Como vimos en un capítulo anterior, la *infografía* constituye un género periodístico en sí mismo, muy utilizado en el periodismo científico. En este análisis, los infográficos, claramente diferenciados de los gráficos clásicos (que no entran en el cómputo), se han considerado como unidades informativas independientes y, por tanto, computables, al igual que los "suelos" de las informaciones, con o sin firma.
- Ante el gran número de materias diferentes que se tratan, por razones de operatividad hemos agrupado campos que hemos considerado afines, aunque

algunos más forzados que otros. Así, hemos unido los temas relacionados con Espacio, astronomía y astrofísica; los correspondientes a temas energéticos, medioambientales, climatológicos y meteorológicos; ciencias como la paleontología, la antropología, la etnografía y la arqueología, etc. Somos conscientes, sin embargo, de que agrupamos ciencias con entidad propia y claramente diferenciadas, al tiempo que dejamos aisladas otras, como “Botánica” o “Matemáticas” (por mantener el criterio con respecto a ellas del análisis anterior), razón quizá de su aparente bajo índice de incidencia en la prensa. Véanse en el siguiente cuadro, por orden alfabético, las 14 categorías o grupos de materias que hemos considerado en nuestro estudio:

Cuadro 1. GRUPOS DE MATERIAS CIENTÍFICAS

1. Biología, Biología Celular, Biología Molecular, Genética, Biotecnología,...
2. Botánica,...
3. Energía, Ecología, Medioambiente, Climatología, Meteorología,...
4. Astronomía, Astrofísica, Espacio,...
5. Física, Física de Partículas, Óptica, Electrónica, Microelectrónica,...
6. Geología, Geofísica, Oceanografía, ...
7. Informática, Internet, Inteligencia Artificial,...
8. Ingeniería, Telecomunicaciones, Tecnología (militar, civil, de la Información),...
9. Matemáticas,...
10. Medicina, Biomedicina, Neurología, Farmacología, Biotecnología médica,...
11. Paleontología, Antropología, Etnografía, Arqueología,...
12. Política Científica, Historia y Filosofía de la Ciencia, Divulgación, Ciencia general,...
13. Química,...
14. Zoología, Veterinaria,...

- El mayor problema lo encontramos a la hora de clasificar los avances genéticos y biotecnológicos, que en el caso de aplicaciones médicas hemos incorporado al grupo de “Medicina...”. El resto queda bajo el grupo de “Biología...”.
- En cuanto al criterio en los casos de simbiosis entre informática y otras ciencias, creemos que la clave está en identificar cuál es el principal elemento de la noticia. En la siguiente información: “Los cadáveres virtuales de Internet revolucionan los estudios anatómicos”⁴, optamos por su clasificación en el grupo

de “Informática, Internet, Inteligencia Artificial,...”, por entender que la noticia incide en la expresión “cadáveres virtuales” del titular. También en ese mismo grupo hemos clasificado la noticia titulada “La informática ayuda a predecir la pluviometría en EEUU”⁵ (dado que la fuerza de la noticia está en la herramienta informática y no en el resultado meteorológico en sí).

- Las noticias de la sección “Inventos”, de “ABC de la Ciencia”, se han computado en el campo de aplicación correspondiente: ingeniería, telecomunicaciones, informática,...
- “Oceanografía” es otro de los campos de difícil clasificación, ya que a veces se incluyen bajo esta designación noticias relacionadas con especies marinas, que hemos catalogado en el grupo de “Zoología...”. En otras ocasiones, la afinidad se establece con campos como la biología, la geología, la climatología o, incluso, la tecnología (por ejemplo, en el caso de algunas noticias sobre el buque oceanográfico “Hespérides”). Y así lo hemos considerado en la clasificación, dejando “Oceanografía” como tal en el grupo encabezado por “Geología...”
- Las noticias de “Paleobotánica” se han clasificado en “Paleontología” o en “Botánica”, según el peso que el término *fósil* tenga en la propia noticia. También se puede hacer paleontología desde la biología molecular⁶.
- Hemos excluido de la categoría “Astronomía, Astrofísica, Espacio,...” las noticias relacionadas con satélites destinados a fines distintos de los astronómicos (comunicaciones, militares y medioambientales), las cuales se clasifican en sus campos correspondientes. La aeronáutica, a diferencia de la astronáutica, se incluye en el campo “Ingeniería,...”
- La astronomía y el Espacio comparten noticias con otras ramas de la ciencia. Especialmente con física y física de partículas, geofísica, meteorología y climatología, paleontología, historia y filosofía de la ciencia,.... Además suelen generar noticias relacionadas con política científica y divulgación. El grupo “Astronomía, Astrofísica, Espacio,...” incluye todas las noticias que se han presentado individualmente sobre estos temas.

- En el caso de "ABC de la Ciencia", hemos considerado la primera página y el reportaje interior como una sola información, si bien se han computado por separado las informaciones, sueltos e infográficos que acompañan al reportaje.
- Las noticias sobre concesión o convocatoria de premios, de corresponder a un solo campo, se han clasificado bajo la materia científica en cuestión. En los casos inespecíficos se clasifican globalmente en el grupo encabezado por "Política científica...", donde también se incluyen noticias de carácter general o multidisciplinar.

1. “ABC de la ciencia”: suplemento científico de *Abc*

1.1. Historia y algunos datos

El diario *Abc*, siguiendo el modelo iniciado por *Diario 16* y *La Vanguardia*, introdujo el 28 de mayo de 1985 (martes), dentro del mismo periódico, 4 páginas semanales de ciencia (después 6), bajo la sección llamada “Ciencia y Futuro”. Como curiosidad señalaremos que el primer suplemento de *Abc* abrió con una información sobre la inauguración del Instituto de Astrofísica de Canarias y sus Observatorios, que tendría lugar un mes después.

Los responsables de este suplemento -Rodrigo Gutiérrez y Javier Badía- lo eran a su vez de la sección de “Educación”⁷. Este suplemento surgió por deseo expreso de su director (entonces, Luis María Ansón), muy interesado en que el periódico diera información científica con visión de futuro y que captara especialmente a lectores jóvenes.

El 1 de enero de 1993 se produjo un salto cualitativo: el suplemento se incorporó al “ABC Cultural”, revista semanal de 64 páginas que se publicaba todos los jueves (antes de septiembre de 1998 el día de salida de esta revista era el viernes) y que contenía cuatro secciones: “ABC literario”, “ABC de las Artes”, “ABC de la Música” y “ABC de la Ciencia”. Este suplemento, en esta última etapa, pasó a tener entre 7 y 11 páginas. Coincidiendo con una remodelación del periódico, “ABC de la Ciencia” dejó de editarse en 1999. Nuestro análisis se realizó mientras aún se publicaba este suplemento, y así se recoge en este capítulo.

“La idea de incorporar la ciencia a un suplemento cultural partió del anterior director de ABC [Luis María Ansón], quien mantenía que el mundo de la cultura no podía ser reflejado globalmente si no se incorporaba la ciencia”, informa Alberto Aguirre de Cárcer⁸, uno de los responsables de este suplemento. “Actualmente -añade este periodista- la situación no ha variado y la tendencia en el futuro, por voluntad expresa del actual director de ABC [Francisco Giménez-Alemán], será potenciar este

tipo de información. El único cambio introducido, al margen del rediseño de nuestras páginas, es la salida a los quioscos de ABC Cultural los jueves, en lugar de los viernes". Aguirre de Cárcer también analiza a continuación la oportuna aparición en el mercado de este suplemento:

La creación del "ABC de la Ciencia" en 1993 se produjo en un momento clave, ya que mientras nuestros competidores en la prensa escrita iban a menos, nosotros fuimos a más. El suplemento "Futuro" de *El País* había sufrido una merma en cuanto al número de páginas y ya no aparecía como suplemento aparte, sino dentro de las páginas del periódico dedicadas a "Sociedad". *Diario 16*, por su parte, eliminó el suplemento de "Ciencia", mientras que *El Mundo* ni siquiera tenía (ahora edita dos páginas los domingos).

Actualmente, somos el único periódico con un suplemento por encima de las 8 páginas, frente a las 4 de *El País* y las 2 de *El Mundo*. Y al margen del suplemento, cada día contamos aproximadamente con una página para dar a conocer los avances científicos que, por su importancia o su marcada actualidad, no pueden esperar hasta la publicación en el suplemento.

Con respecto a la fecha de cierre de los suplementos, Aguirre de Cárcer señala que el hecho de no cerrar el día anterior a su llegada a los quioscos se podría considerar una posible desventaja frente a la etapa anterior, la del suplemento "Ciencia y Futuro":

Esta circunstancia amenazaba con perjudicar uno de nuestros objetivos desde hace diez años: dar información de actualidad. Afortunadamente, ese riesgo no se ha producido. En nuestro suplemento no publicamos ningún asunto, así lo intentamos, que durante esa misma semana no sea de actualidad en el mundo de la ciencia. De hecho, nuestra salida al mercado (antes viernes, ahora jueves) coincide con el día de publicación de las principales revistas científicas multidisciplinares, lo que nos permite ofrecer a nuestros lectores los hallazgos científicos más importantes que recogen estas publicaciones de gran impacto en el ámbito de la ciencia. Siempre que publicamos noticias sobre avances científicos, éstos tienen que venir avalados por su publicación en una revista científica con sistema de evaluación por expertos independientes (*peer review*) o, en su defecto, por una institución científica de indiscutible prestigio. Se trata de la mejor garantía para el lector de que el hallazgo sobre el que se está siendo informado tiene credibilidad y es aportativo para el avance de la ciencia en su disciplina correspondiente.

1.1.1. Personal

- José María Fernández-Rúa (periodista y físico).
- Alberto Aguirre de Cárcer (periodista).
- Alumno de la Escuela de Prácticas de Abc.

1.1.2. Secciones

“ABC de la ciencia” cuenta con secciones fijas desde 1993. Suele abrir con un reportaje en portada que continúa en dos o más páginas interiores, firmado habitualmente por los responsables del suplemento.

“Caleidoscopio” es un artículo a una columna escrito por José María Fernández-Rúa sobre asuntos de actualidad en el campo de la biomedicina. El investigador Pedro García Barreno escribe una colaboración fija también dedicada preferentemente a avances en biomedicina.

Semanalmente suele aparecer una entrevista, “pero su publicación depende de la actualidad”, subraya Aguirre de Cárcer. “Desde 1993 hemos mantenido una sección sin una periodicidad concreta que lleva el nombre de ‘Científicos españoles triunfan en el mundo’. El objetivo era dar a conocer al público español el quehacer de numerosos investigadores de diversas disciplinas que trabajan en centros de investigación extranjeros. Por esta sección han pasado desde las máximas figuras del ‘exilio científico’ ... hasta jóvenes investigadores posdoctorales que publican en las más prestigiosas revistas científicas, multidisciplinares o especializadas, desde *Nature*, *Science* a *Cell*, *Physical Review Letters* o *Journal of Human Evolution*”.

También suele contener un artículo firmado por un investigador español o extranjero. “A lo largo de estos años -apunta Aguirre de Cárcer- creemos que hemos conseguido implicar a los científicos españoles para que, desde nuestras páginas, detallen el resultado de sus investigaciones u opinen sobre cuestiones relacionadas con la política científica”.

“Periscopio” es una serie de una decena de noticias breves, mientras que la sección de “Inventos” recoge semanalmente cuatro innovaciones.

Como novedad en su nueva etapa, este suplemento incluye fotografías en las páginas del suplemento (excepcionalmente, en color). “Creo que uno de los elementos destacables precisamente de ABC de la Ciencia es la espectacularidad y calidad de las imágenes que acompañan los textos, según conocemos por las reacciones de nuestros lectores. Se trata, no obstante, de una tarea de búsqueda y

selección bastante engorrosa, ya que no vale cualquier fotografía, pero que a la postre redundaría en la calidad del producto", informa Aguirre de Cárcer.

1.1.3. Filosofía

En cuanto a la filosofía y el público al que va dirigido, Alberto Aguirre de Cárcer sostiene que los lectores de esta información, por los datos de que disponen, suelen ser jóvenes universitarios y científicos. "Esto nos obliga a pretender un nivel de calidad elevado -comenta-, si bien creemos que nuestro producto es accesible para el gran público con un mínimo interés por la ciencia. Nuestra hipótesis de trabajo es que poco a poco hay que subir el listón, porque de lo contrario el nivel de la información científica en la prensa diaria puede estancarse y defraudar a los lectores 'iniciados' que reclaman cantidad, pero sobre todo calidad del periodista especializado. Por este motivo, no sólo abordamos cuestiones que creemos interesantes sino también importantes (el descubrimiento de la masa del neutrino o el condensado de Bose-Einstein)". Y añade:

El suplemento de ABC no incluye sólo descubrimientos científicos, sino también informaciones sobre proyectos de gran ciencia en marcha tanto en Estados Unidos, Europa y Japón, como en España, como por ejemplo la construcción del Gran Telescopio de Canarias, del IAC. La construcción de un nuevo gran observatorio astronómico (por ejemplo, el VLT del ESO); un acelerador de partículas multinacional como el LHC del CERN o la puesta en marcha de un proyecto internacional de investigación biomédica son asuntos de primer orden en el mundo de la ciencia, y como tal son reflejados en nuestras páginas.

Cuadro 2. RESUMEN DE DATOS DE "ABC DE LA CIENCIA" (a 2/10/98)

Nombre del suplemento	"ABC de la Ciencia" (antes "Ciencia y Futuro")
Año de creación	1985 (1ª etapa) 1993 (2ª etapa)
Ubicación	insertado en el periódico (1º etapa) incorporado en revista aparte (2º etapa)
Sección de la que depende actualmente	"ABC Cultural"
Periodistas especializados de plantilla	2 (+ 1 periodista en prácticas + colaboradores)
Periodicidad actual	semanal (no se interrumpe en todo el año)
Día de la semana	jueves
N. de páginas en la actualidad	entre 7 y 11
Ilustraciones	fotografías gráficos infográficos
Color	excepcionalmente
Publicidad	excepcionalmente
Secciones	Reportaje (portada e interiores) <i>Caleidoscopio</i> (biomedicina). Firmado por J.M. Fez.-Rúa Artículo (biomedicina). Firmado por P. García Barreno Entrevista Artículo. Firmado por algún investigador Informaciones <i>Periscopio</i> (10 noticias breves) Inventos (4 innovaciones) Convocatorias Libros y Revistas

1.2. Seguimiento y análisis 1996-1997

En el siguiente cuadro se resumen algunos datos del seguimiento y análisis de los suplementos de "ABC de la Ciencia" a lo largo de 1996 y 1997.

Cuadro 3. DATOS 1996-1997

"ABC DE LA CIENCIA"	1996	1997
N. Suplementos "ABC de la Ciencia"	52	52
N. Páginas por suplemento	7,75 (promedio)	8 (promedio)
N. Páginas en total por año	405	420
% con respecto al N. Páginas de la revista <i>ABC Cultural</i> de 64 páginas (promedio)	12,10%	12,50%

Cuadro 4. DISTRIBUCIÓN POR MATERIAS EN "ABC DE LA CIENCIA" 1996

MATERIAS	N. NOTICIAS	% TOTAL
1. Medicina, Biomedicina, Neurología, Farmacología, Biotecnología médica,...	403	32,45
2. Ingeniería, Telecomunicaciones, Tecnología (militar, civil, de la Información),...	205	16,51
3. Astronomía, Astrofísica, Espacio,...	138	11,11
4. Informática, Internet, Inteligencia Artificial,...	101	8,13
5. Energía, Ecología, Medioambiente, Climatología, Meteorología,...	62	4,99
6. Biología, Biología Celular, Biología Molecular, Genética, Biotecnología,...	60	4,83
7. Geología, Geofísica, Oceanografía, ...	48	3,87
8. Antropología, Etnografía, Arqueología, Paleontología,...	47	3,79
9. Física, Física de Partículas, Óptica, Electrónica, Microelectrónica,...	45	3,62
10. Ciencia general, Política Científica, Historia y Filosofía de la Ciencia, Divulgación,...	44	3,54
11. Zoología, Veterinaria,...	40	3,22
12. Química,...	23	1,85
13. Botánica,...	23	1,85
14. Matemáticas,...	3	0,24
TOTAL	1.242	100%

Cuadro 5. DISTRIBUCIÓN POR MATERIAS EN "ABC DE LA CIENCIA" 1997

MATERIAS	N. NOTICIAS	% TOTAL
1. Medicina, Biomedicina, Neurología, Farmacología, Biotecnología médica,...	328	29,98
2. Ingeniería, Telecomunicaciones, Tecnología (militar, civil, de la Información),...	185	16,91
3. Astronomía, Astrofísica, Espacio,...	143	13,07
4. Energía, Ecología, Medioambiente, Climatología, Meteorología,...	88	8,04
5. Biología, Biología Celular, Biología Molecular, Genética, Biotecnología,...	81	7,40
6. Física, Física de Partículas, Óptica, Electrónica, Microelectrónica,...	47	4,30
7. Antropología, Etnografía, Arqueología, Paleontología,...	43	3,93
8. Ciencia general, Política Científica, Historia y Filosofía de la Ciencia, Divulgación,...	41	3,75
9. Informática, Internet, Inteligencia Artificial,...	39	3,56
10. Geología, Geofísica, Oceanografía, ...	32	2,93
11. Química,...	28	2,56
12. Zoología, Veterinaria,...	25	2,29
13. Botánica,...	14	1,28
14. Matemáticas,...	0	0
TOTAL	1.094	100%

1.2.1. Gráficas (al final del capítulo)

- **GRÁFICA 1:** Distribución del número de noticias clasificadas por materias publicadas en el suplemento "ABC de la Ciencia" durante 1996.
- **GRÁFICA 2:** Representación sectorial con porcentajes del reparto de las noticias clasificadas por materias publicadas en "ABC de la Ciencia" durante 1996.
- **GRÁFICA 3:** Distribución del número de noticias clasificadas por materias publicadas en en el suplemento "ABC de la Ciencia" durante 1997.
- **GRÁFICA 4:** Representación sectorial con porcentajes del reparto de las noticias clasificadas por materias publicadas en "ABC de la Ciencia" durante 1997.

1.2.2. Conclusiones

- Del análisis del suplemento "ABC de la Ciencia" de los años 1996 y 1997 deducimos que el Espacio y la astronomía ocupan las primeras posiciones, siendo únicamente superados por temas de biomedicina e ingeniería. Estos resultados coinciden con la valoración de Alberto Aguirre de Cárcer, como podemos ver a continuación:

En cuanto a los temas preferentemente tratados, procuramos cubrir todas las áreas de la investigación científica. Pero especialmente destacan la biomedicina y la astronomía. Las razones son varias.

La biomedicina (genética, biología molecular, neurociencias,...) representa prácticamente el 70% de la producción científica mundial. Es por tanto razonable que se produzcan más avances en biomedicina que en otros campos y que se produzcan más hechos noticiables. Por otra parte, se trata de temas de gran interés social, ya que aunque sólo recogemos avances en investigación básica, estos trabajos abren siempre nuevos caminos terapéuticos para tratar miles de patologías humanas.

Por lo que se refiere a astronomía y a exploración espacial, las razones son también varias. Existe un enorme interés en la sociedad española por este tipo de investigación, especialmente entre los lectores más jóvenes. La astrofísica busca respuestas a las preguntas más profundas del ser humano y el Universo y en ese empeño ha generado incluso la poesía del siglo XX con sus hallazgos y descripciones sobre los violentos, y a veces armónicos, sucesos que se producen en estrellas cercanas o galaxias lejanas. Ese toque de fascinación hace que el público demande este tipo de información, lo cual, particularmente nos complace. De hecho, las últimas misiones científicas a Marte, las que están en camino hacia Saturno y Titán o los hallazgos de la sonda Galileo en Júpiter y sus lunas, han sido algunos de los asuntos preferentemente abordados en nuestro suplemento.

- En cuanto a la presencia de la biomedicina, debemos señalar que la columna de "Caleidoscopio", de José M. Fernández-Rúa, y la colaboración firmada de Pedro

García Barreno son secciones fijas del suplemento, las cuales ya suman 103 noticias en los dos años de análisis. Las noticias de biomedicina tratadas en el suplemento incluyen noticias relacionadas con investigación básica y con parte de investigación clínica. Nuevas terapias y también investigación clínica se reservan para las páginas de "Sanidad" del periódico, aunque éstas no constituyen un suplemento específico.

- La sección de "Inventos", con cuatro noticias fijas en cada suplemento, también condiciona de forma importante los resultados sobre la tecnología y, especialmente, la ingeniería.
- Noticias relacionadas con Espacio y astronomía son portada y, por tanto, reportaje central del suplemento en 32 ocasiones (30,76%). De ello se deduce que, si bien en número de noticias, "Astronomía, astrofísica, Espacio,..." ocupa una tercera posición, en superficie redaccional dedicada a estos temas se encuentra en primer lugar, aunque seguido muy de cerca del grupo "Medicina,...", con 30 portadas.
- El IAC tiene una presencia destacada en "ABC de la Ciencia": del total de 281 noticias de astronomía entre los dos años, en 43 noticias (15,30%) se mencionaba este centro de investigación, sus Observatorios o sus investigadores, apareciendo en 8 portadas del suplemento. El total de noticias relacionadas con el IAC y publicadas (no sólo en el suplemento) en este periódico durante estos dos años es de 95 noticias.
- La infografía es muy utilizada para informar e ilustrar temas científicos, en especial los relacionados con el Espacio y la astronomía. De los 96 infográficos publicados, 31 (32,29%) ilustraban estos temas.

2. “Futuro”: suplemento científico de *El País*

El País es el diario español de información general de mayor difusión (440.628 ejemplares en 1997). Como hemos visto, el número de noticias científicas publicadas en este periódico desde su creación, en 1976, ha ido creciendo de forma espectacular. En la actualidad, publica diariamente noticias científicas, si bien su apoyo al periodismo científico se refuerza con “Futuro”, un suplemento semanal dedicado exclusivamente a la información científica y técnica.

Sin duda, “Futuro” es hoy uno de los suplementos científicos de mayor prestigio en la prensa española, referente para muchos periódicos y revistas y reconocido incluso internacionalmente.

2.1. Historia y algunos datos

El suplemento “Futuro” que *El País* publica los miércoles apareció por primera vez el 16 de octubre de 1985 (miércoles), concebido durante la mayor parte de su existencia como un suplemento semanal independiente de 8 ó 10 páginas (con numeración aparte). Este número se redujo en 1994 a 4 (en el mejor de los casos, pues suele ser una de las secciones más afectadas por los recortes en función de otros contenidos del periódico y de la publicidad). El suplemento dejó de editarse como una separata en ese año y sus páginas pasaron a estar integradas en el periódico dentro del área de “Sociedad”, aunque manteniendo “Futuro” como cabecera de la sección.

En palabras de su coordinadora, Malén Ruiz de Elvira, “dejó de ser cuadernillo independiente por motivos de compaginación del periódico, que empezó a tener en casi todas sus ediciones suplementos regionales”⁹. (Un argumento esgrimido entonces en contra del suplemento independiente era que los lectores no interesados lo desecharían inmediatamente, mientras que integrado en la paginación, se verían obligados a leer al menos los titulares).

Este suplemento se anuncia en la primera página del periódico, donde en ocasiones también se destaca el reportaje central.

2.1.1. Personal

- Malén Ruiz de Elvira (periodista e ingeniera de Telecomunicaciones).
- Alicia Rivera (periodista y socióloga).
- Colaboradores y becarios de verano en prácticas.

2.1.2. Secciones

“Futuro” es un suplemento dedicado a la información sobre temas de actualidad en ciencia y tecnología. Se abre con un reportaje que suele ocupar toda la página y que a veces continúa en la página siguiente. Incluye entrevistas, informaciones, noticias breves (*Moléculas*), una columna fija de opinión (*Circuito Científico*), reseñas de libros y revistas (*Libros*) y anuncios de actos y concursos (*Convocatorias* o *Agenda*).

2.1.3. Filosofía

Basado en el concepto de la ciencia “como una parte más de la actualidad”, este suplemento “pretende informar sólo sobre temas científicos y de forma rigurosa”, explica Malén Ruiz de Elvira. Y para hacerlo atractivo a todos los lectores -científicos y no científicos- “recurrimos a una presentación amena, con gráficos, imágenes y la dosis justa de divulgación”, apunta esta periodista. En esta divulgación de las noticias, así como en los comentarios y análisis, a menudo participan miembros de la comunidad científica, española e internacional.

De acuerdo con los resultados de nuestro estudio, que se detallan a continuación, todos los temas científicos tienen cabida en este suplemento. Como señala Malén Ruiz de Elvira:

Hasta ahora, por él han pasado la historia de una nueva enfermedad (el sida), los nuevos hallazgos en física de partículas y cosmología, la exploración del espacio y el avance espectacular de la ingeniería genética, pero también los fraudes, las polémicas y la financiación de la investigación. En los últimos años se ha visto reflejada la creciente importancia de la biología y del medio ambiente.

Cuadro 6. RESUMEN DE DATOS DE "FUTURO" (a 2/10/98)

Nombre del suplemento	"Futuro"
Año de creación	1985 (1ª etapa) 1995 (2ª etapa)
Ubicación	cuadernillo aparte (1º etapa) insertado en el periódico (2º etapa)
Sección de la que depende actualmente	"Sociedad"
Periodistas especializados de plantilla	2 (+ colaboradores y becarios)
Periodicidad	semanal (se interrumpe en el mes de agosto)
Día de la semana	miércoles
N. de páginas en la actualidad	4 (o menos)
Ilustraciones	fotografías gráficos infográficos
Color	No
Publicidad	Sí
Secciones	Reportaje (a toda página) <i>Círculo científico.</i> Artículo de opinión firmado. Entrevista Informaciones <i>Moléculas</i> (4 ó 6 noticias breves). <i>Convocatorias o Agenda</i> <i>Libros</i> (y Revistas)

2.2. Seguimiento y análisis 1996-1997

En el siguiente cuadro se resumen algunos datos del seguimiento y análisis de los suplementos de "Futuro" a lo largo de 1996 y 1997.

Cuadro 7. DATOS 1996-1997

"FUTURO"	1996	1997
N. Suplementos "Futuro"	47	48
N. Páginas por suplemento	3,55 (promedio)	3,58 (promedio)
N. Páginas en total por año	167	172
% con respecto al N. Páginas de un periódico de 72 páginas (promedio)	4,93%	4,97%

Cuadro 8. DISTRIBUCIÓN POR MATERIAS EN "FUTURO" 1996

MATERIAS	N. NOTICIAS	% TOTAL
1. Astronomía, Astrofísica, Espacio,...	179	18,67%
2. Medicina, Biomedicina, Neurología, Farmacología, Biotecnología médica,...	171	17,83%
3. Ciencia general, Política Científica, Historia y Filosofía de la Ciencia, Divulgación,...	117	12,20%
4. Biología, Biología Celular, Biología Molecular, Genética, Biotecnología,...	84	8,76%
5. Energía, Ecología, Medioambiente, Climatología, Meteorología,...	76	7,92%
6. Física, Física de Partículas, Óptica, Electrónica, Microelectrónica,...	75	7,82%
7. Informática, Internet, Inteligencia Artificial,...	45	4,69%
8. Geología, Geofísica, Oceanografía, ...	44	4,59%
9. Ingeniería, Telecomunicaciones, Tecnología (militar, civil, de la Información),...	42	4,38%
10. Paleontología, Antropología, Etnografía, Arqueología,...	39	4,07%
11. Zoología, Veterinaria,...	39	4,07%
12. Química,...	24	2,50%
13. Botánica,...	13	1,35%
14. Matemáticas,...	11	1,15%
TOTAL	959	100%

Cuadro 9. DISTRIBUCIÓN POR MATERIAS EN "FUTURO" 1997

MATERIAS	N. NOTICIAS	% TOTAL
1. Astronomía, Astrofísica, Espacio,...	206	22,37%
2. Medicina, Biomedicina, Neurología, Farmacología, Biotecnología médica,...	120	13,03%
3. Ciencia general, Política Científica, Historia y Filosofía de la Ciencia, Divulgación,...	106	11,51%
4. Biología, Biología Celular, Biología Molecular, Genética, Biotecnología,...	102	11,07%
5. Física, Física de Partículas, Óptica, Electrónica, Microelectrónica,...	74	8,03%
6. Energía, Ecología, Medioambiente, Climatología, Meteorología,...	68	7,38%
7. Ingeniería, Telecomunicaciones, Tecnología (militar, civil, de la Información),...	55	5,97%
8. Geología, Geofísica, Oceanografía, ...	45	4,88%
9. Paleontología, Antropología, Etnografía, Arqueología,...	42	4,56%
10. Informática, Internet, Inteligencia Artificial,...	30	3,26%
11. Zoología, Veterinaria,...	23	2,50%
12. Química,...	17	1,85%
13. Matemáticas,...	17	1,85%
14. Botánica,...	16	1,74%
TOTAL	921	100%

2.2.1. Gráficas (al final del capítulo)

- **GRÁFICA 5:** Distribución del número de noticias clasificadas por materias publicadas en el suplemento "Futuro" de *El País* durante 1996.
- **GRÁFICA 6:** Representación sectorial con porcentajes del reparto de las noticias clasificadas por materias publicadas en "Futuro" durante 1996.
- **GRÁFICA 7:** Distribución del número de noticias clasificadas por materias publicadas en el suplemento "Futuro" de *El País* durante 1997.
- **GRÁFICA 8:** Representación sectorial con porcentajes del reparto de las noticias clasificadas por materias publicadas en "Futuro" durante 1997.

2.2.2. Conclusiones

- Los similares resultados obtenidos en el seguimiento y análisis de los suplementos de "Futuro" de 1996 y 1997 nos hacen pensar en una situación estable, con un ligero descenso, del 2,08%, en el número de noticias científicas, aunque aumenta ligeramente el número de páginas. Esta desproporción se debe, sin duda, al mayor espacio dado a algunas noticias, con posible reducción de las noticias breves.
- Los temas de astronomía, astrofísica y Espacio, con 179 noticias en 1996 y 224 en 1997 (18,67% y 23,86% del total, respectivamente), ocupan la primera posición, aunque seguidos muy de cerca de las informaciones relacionados con la medicina. (El hecho de que exista el suplemento especial "Salud" descarga al suplemento "Futuro" de muchas noticias médicas que habrían alterado el orden de la clasificación).
- Las noticias espaciales y astronómicas se incrementan en un porcentaje del 5,19% de un año a otro, mientras que las categorías que seguían de cerca sufren una reducción. Con este resultado y el anterior se confirma nuestra hipótesis inicial de que existe un creciente interés periodístico por estos temas, que pueden llegar a situarse, como en este caso, por encima de otras disciplinas científicas.
- 27 suplementos de un total de 95, es decir, el 28,42%, se abrieron con noticias espaciales o astronómicas.
- El IAC tiene una presencia relativamente importante entre las noticias astronómicas de este suplemento. Del total de 385 noticias de astronomía y Espacio publicadas en "Futuro" entre los dos años, en 35 noticias (9,09%) se menciona este centro de investigación, sus Observatorios o sus investigadores,

que aparecen en 5 portadas del suplemento. El total de noticias relacionadas con el IAC y publicadas (no sólo en el suplemento) en este periódico durante estos dos años es de 73 noticias.

- En cuanto a los infográficos, de los 68 publicados, 13 (19,11%) ilustran noticias de Espacio y astronomía, lo que confirma su utilidad para ilustrar estos temas.

NOTAS

¹ Definición del *Diccionario de la Lengua Española*. Versión en CD-ROM de la 21ª edición del Diccionario usual de la Real Academia Española.

² *ABC de la Ciencia*, 19/7/96.

³ *Vocabulario científico y técnico*, de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Espasa Calpe. Madrid, 1996, 3ª edición.

⁴ *Abc* (ABC de la Ciencia), 29/11/96.

⁵ *Abc* (ABC de la Ciencia), 15/11/96.

⁶ *El País* (Futuro), 30/10/96.

⁷ Hasta su incorporación en el Instituto de Astrofísica de Canarias en 1986, la autora de este trabajo de tesis colaboró en las páginas semanales de este suplemento desde su creación y regularmente, así como en la información científica diaria del periódico.

⁸ Datos proporcionados por el periodista Alberto Aguirre de Cárcer.

⁹ Datos proporcionados por la periodista Malén Ruiz de Elvira.

TABLA DE DATOS 1

Cómputo por años y por materias de las noticias científicas publicadas en *El País* durante el período 1976-1995. (Fuente: *Índices anuales de El País*)

AÑOS	CIENCIA Y TECNOLOGÍA	CIENCIAS EXACTAS	ASTRONOMÍA	FÍSICA	MATEMÁTICAS	QUÍMICA	CIENCIAS NATURALES	BIOLOGÍA	BOTÁNICA	GEOLOGÍA	OCEANOGRAFÍA	PALEONTOLOGÍA	ZOOLOGÍA	CIENCIAS SOCIALES	ANTROPOLOGÍA Y ETNOLOGÍA	ARQUEOLOGÍA	TOTAL
1976/77	9	1	39	22	1	9	1	52	5	9	4	1	11		6	16	186
1978	2	0	24	15	5	8	0	17	2	4	2	0	4		7	5	95
1979	17	0	31	15	5	8	2	21	4	9	3	0	8		19	59	201
1980	10	0	18	5	2	8	0	15	5	5	1	0	17		18	67	171
1981	15	0	25	18	0	5	0	28	11	7	3	1	16		11	57	197
1982	29	0	29	22	1	13	0	52	6	7	2	8	28		21	55	273
1983	22	1	27	18	2	5	2	33	5	6	11	21	35		33	71	292
1984	26	2	47	20	2	8	5	37	6	8	7	12	39		41	57	317
1985	27	0	50	29	1	9	3	26	11	11	0	5	26		24	55	277
1986	27	1	80	34	7	14	2	56	12	11	4	6	34		29	61	378
1987	10	1	60	54	3	13	1	54	13	11	2	8	103		41	94	468
1988	7	0	32	69	4	10	4	64	45	5	6	8	215		39	105	613
1989	22	0	63	136	11	10	1	65	37	6	3	7	294		33	138	826
1990	54	3	149	96	26	25	4	115	37	11	7	12	420		44	168	1.171
1991	53	3	98	97	21	35	6	125	37	13	13	21	250		58	164	994
1992	48	0	132	101	28	28	4	156	69	35	28	11	304		76	175	1.195
1993	59	3	133	114	16	26	4	199	73	32	26	77	417		52	219	1.450
1994	69	3	164	95	19	43	10	203	73	33	20	60	545		69	208	1.614
1995	95	3	182	105	25	44	8	223	125	41	37	87	547		68	303	1.893
TOTAL	601	21	1.383	1.065	179	321	57	1.541	576	264	179	345	3.313	0	689	2.077	12.611

(1)

(2)

(3)

(4)

(1) Bajo esta categoría se han agrupado los campos "Ciencias" y "Ciencia y Tecnología Aplicada" que aparecen en la clasificación original de la fuente.

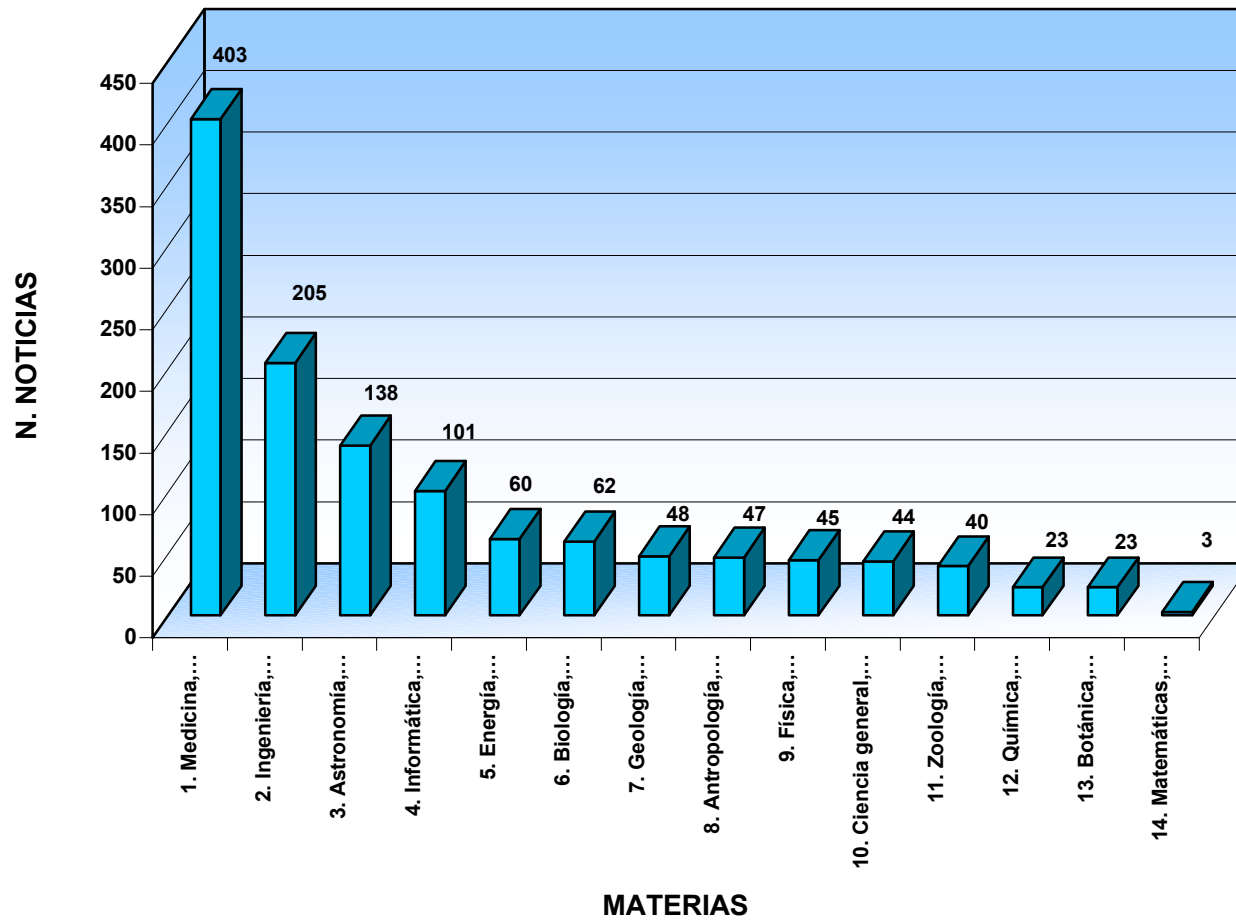
(2) Categoría genérica en la que se clasifican "Astronomía", "Física", "Matemáticas" y "Química". En esta columna se computan las noticias no incluidas en las mencionadas especialidades que aparecen individualizadas en la tabla.

(3) Categoría genérica donde se clasifican "Biología", "Botánica", "Geología", "Oceanografía", "Paleontología" y "Zoología". En esta columna se computan las noticias no incluidas en las mencionadas especialidades que aparecen individualizadas en la tabla.

(4) Categoría genérica no incluida en el cómputo con la excepción de las materias "Antropología y Etnología" y "Arqueología".

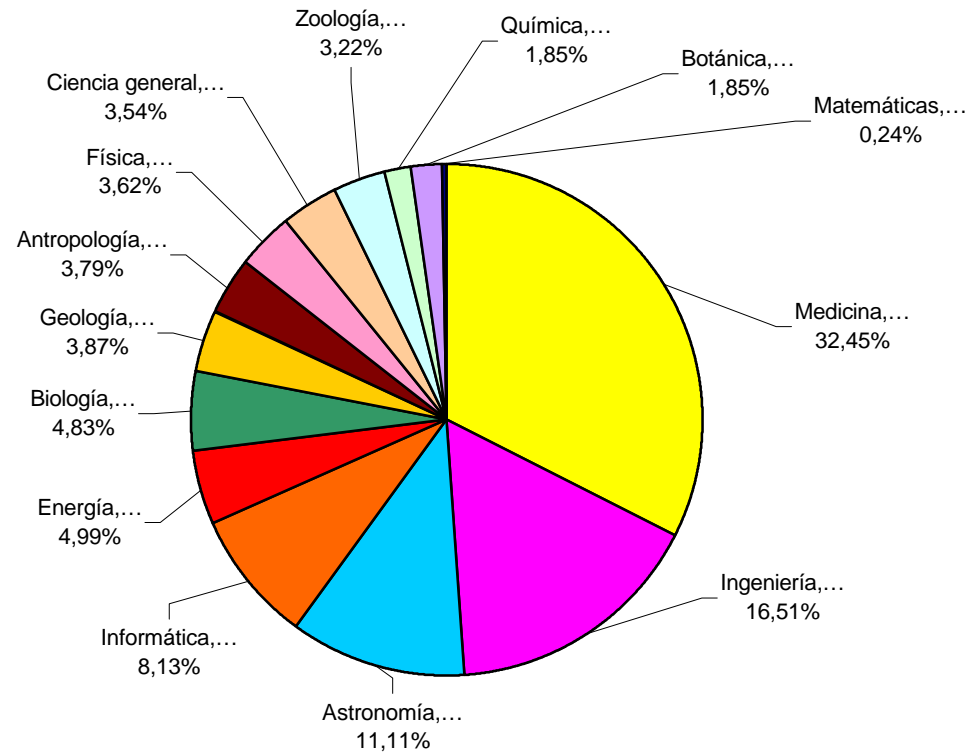
GRÁFICA 1

Distribución del número de noticias clasificadas por materias publicadas en el suplemento "ABC de la Ciencia" durante 1996.



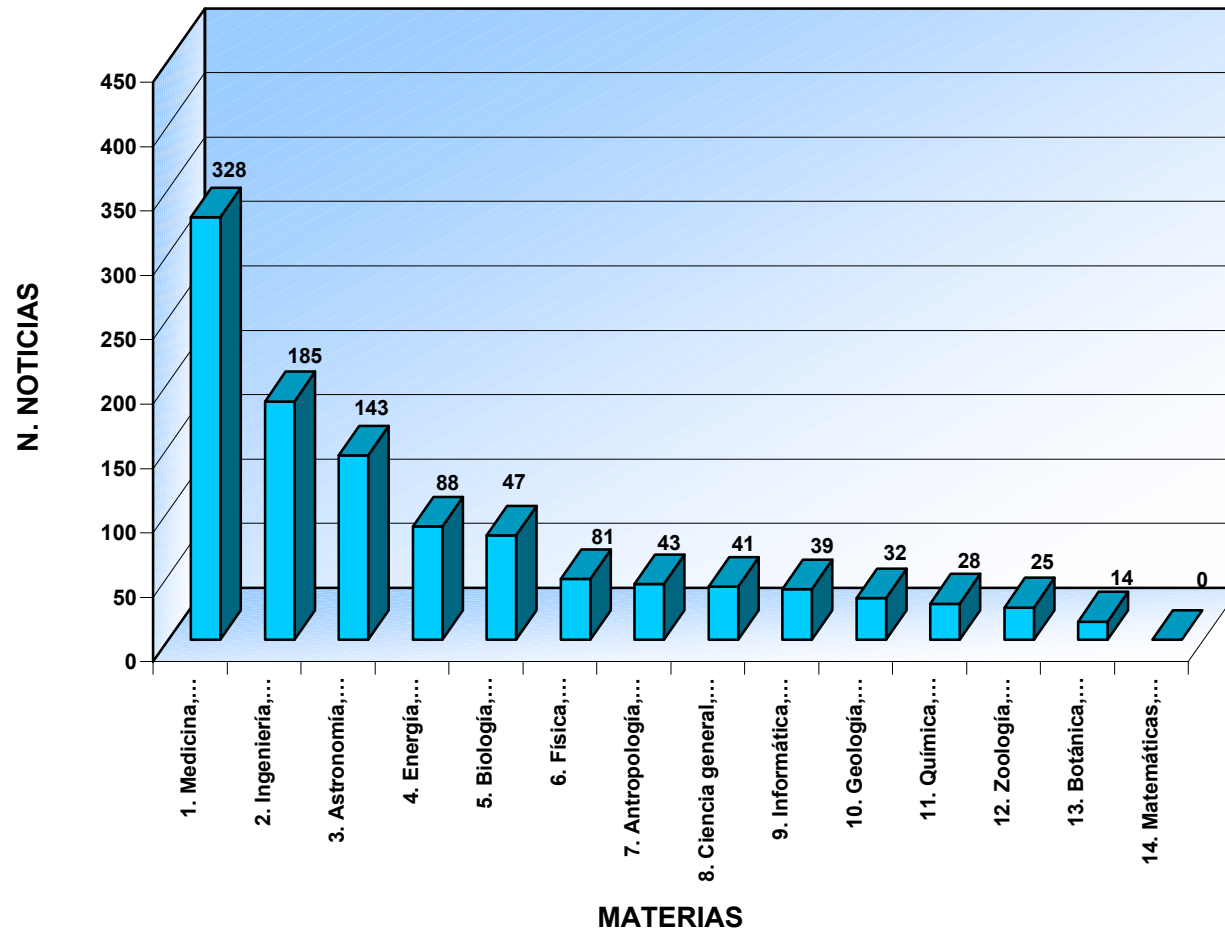
GRÁFICA 2

Representación sectorial con porcentajes del reparto de las noticias clasificadas por materias publicadas en el suplemento "ABC de la Ciencia" durante 1996.



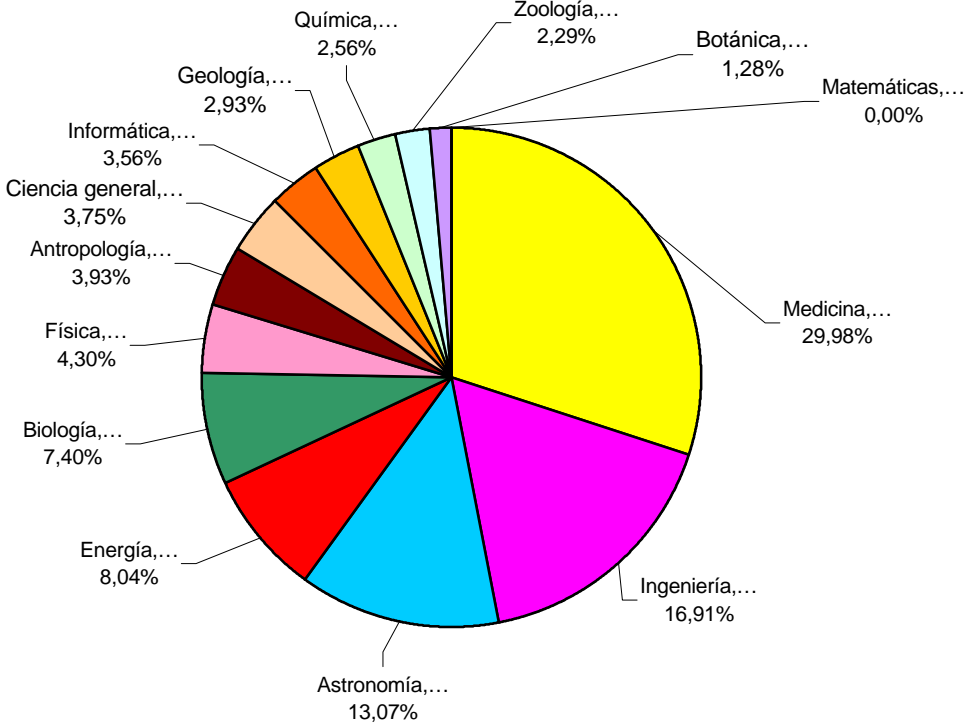
GRÁFICA 3

Distribución del número de noticias clasificadas por materias publicadas en el suplemento "ABC de la Ciencia" durante 1997.



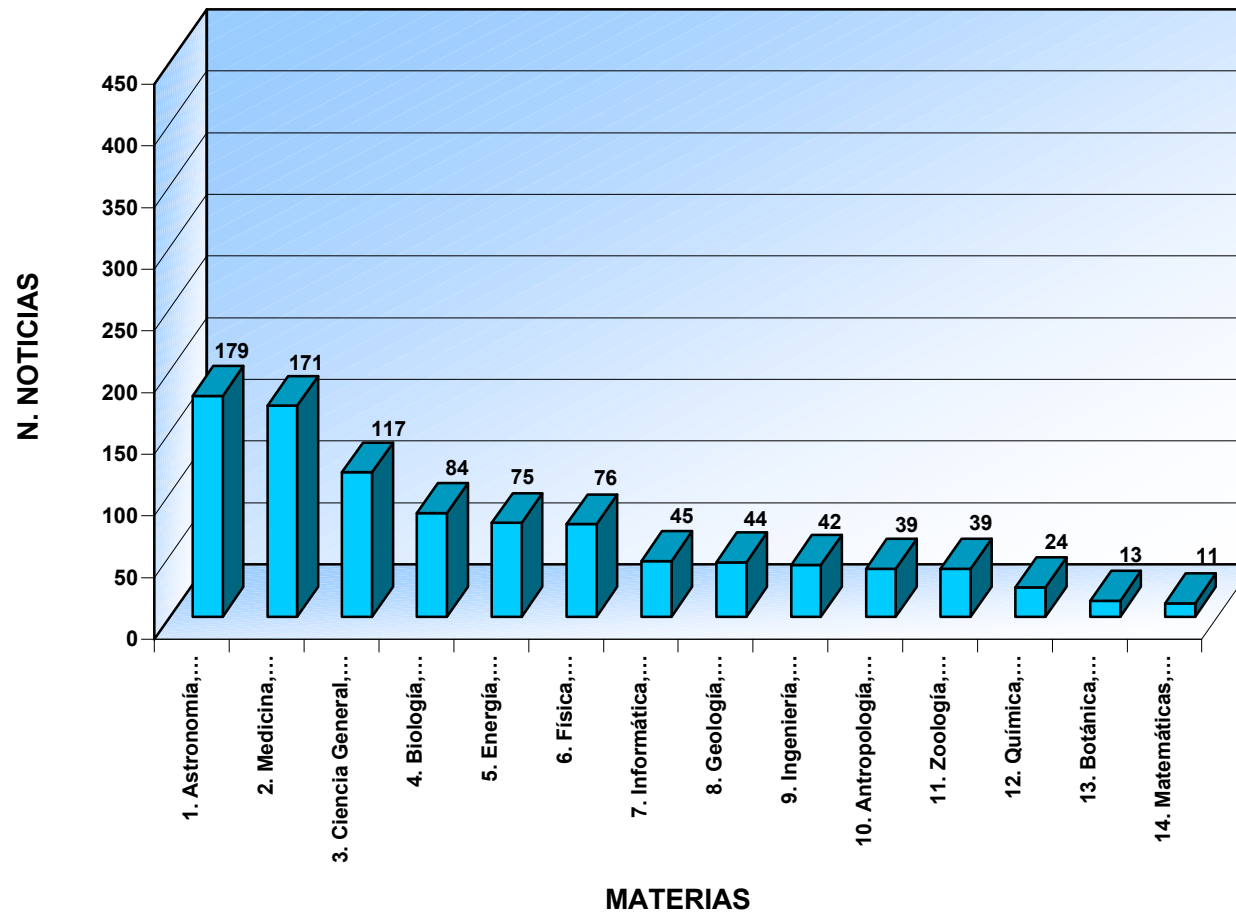
GRÁFICA 4

Representación sectorial con porcentajes del reparto de las noticias clasificadas por materias publicadas en el suplemento "ABC de la Ciencia" durante 1997.



GRÁFICA 5

Distribución del número de noticias clasificadas por materias publicadas en el suplemento "Futuro" de *El País* durante 1996.



GRÁFICA 6

Representación sectorial con porcentajes del reparto de las noticias clasificadas por materias publicadas en el suplemento "Futuro" de *El País* durante 1996.

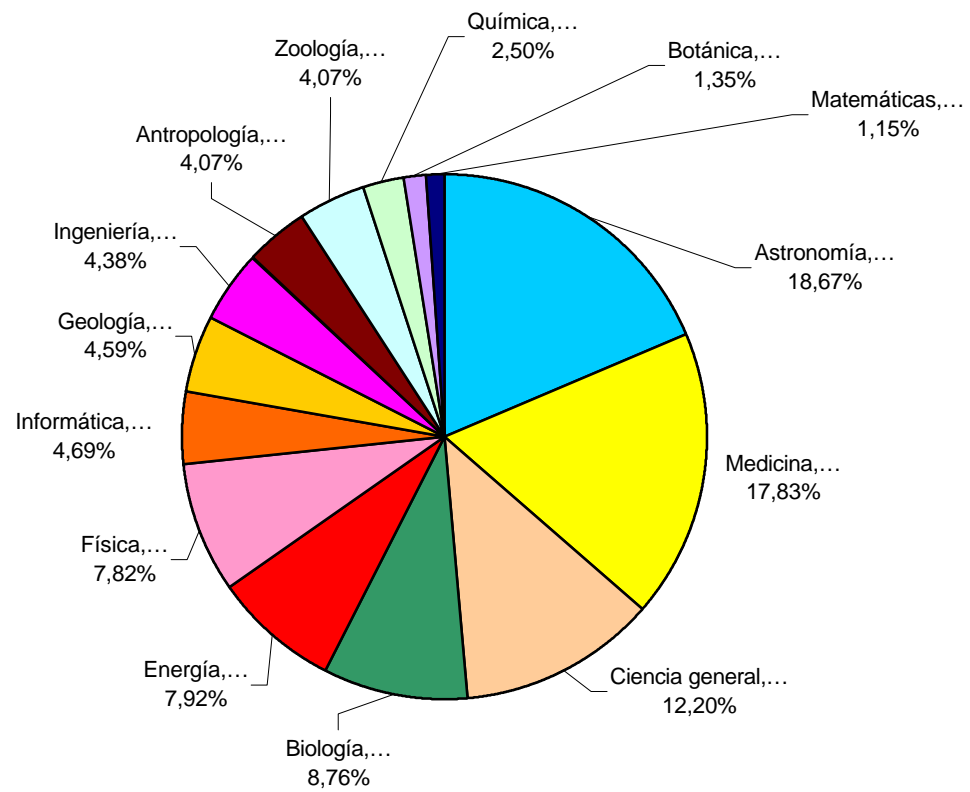


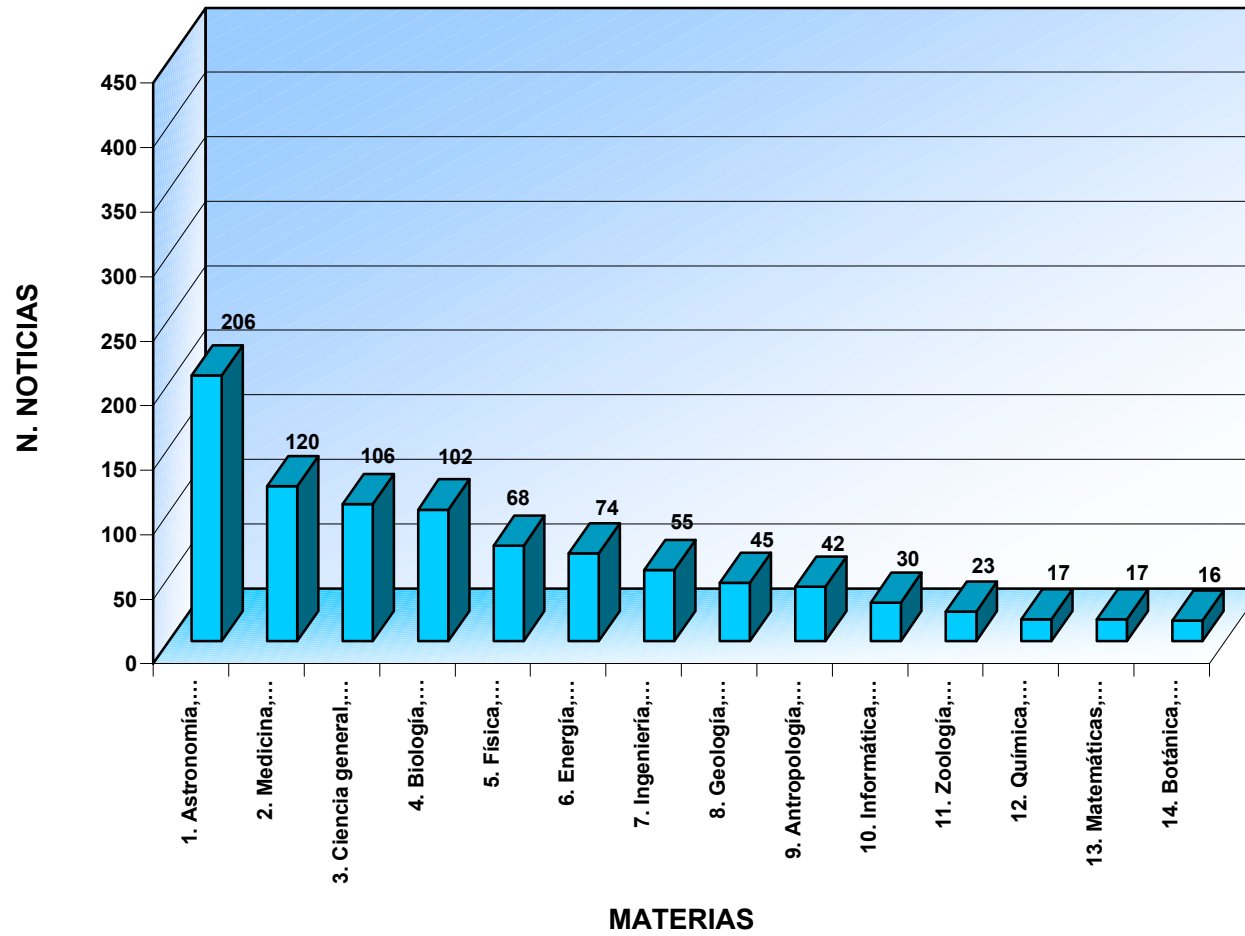
TABLA DE DATOS 2

Cómputo por años de las noticias de Astronomía publicadas en *El País* (1975-1995) y, entre ellas, las relacionadas con el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y su porcentaje.

AÑO	Noticias Astronomía	Noticias IAC	% Noticias IAC
1976/77	39	3	7,69%
1978	24	1	4,17%
1979	31	1	3,23%
1980	18	1	5,55%
1981	25	3	12,00%
1982	29	1	3,45%
1983	27	4	14,81%
1984	47	2	4,25%
1985	50	17	34,00%
1986	80	19	23,75%
1987	60	7	11,66%
1988	32	14	43,75%
1989	63	19	30,16%
1990	149	30	20,13%
1991	98	17	17,34%
1992	132	23	17,42%
1993	133	32	24,06%
1994	164	38	23,17%
1995	182	49	26,92%
TOTAL	1.383	281	20,32%

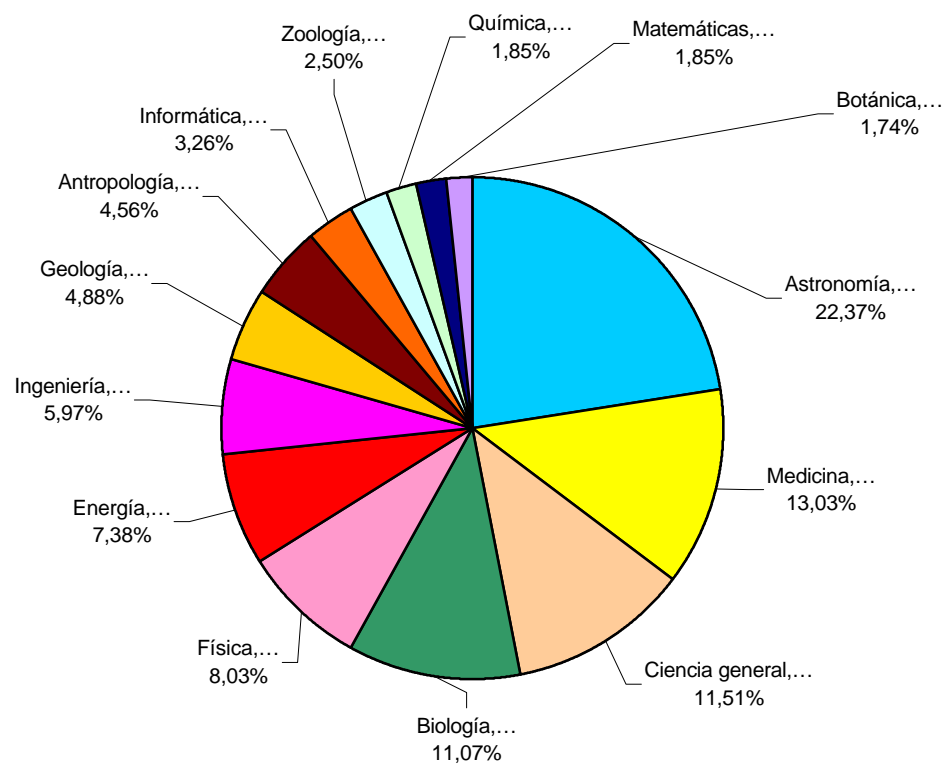
GRÁFICA 7

Distribución del número de noticias clasificadas por materias publicadas en el suplemento "Futuro" de *El País* durante 1997.



GRÁFICA 8

Representación sectorial con porcentajes del reparto de las noticias clasificadas por materias publicadas en el suplemento "Futuro" de *El País* durante 1997.



ANÁLISIS DE PRENSA III

Selección de los principales temas astronómicos y espaciales que han sido titulares de prensa en la década de los noventa

1. Descubrimientos astronómicos e hitos espaciales del siglo XX

Introduciremos nuestra selección de temas astronómicos y espaciales de la década de los noventa destacando 12 descubrimientos astronómicos de este siglo así como 12 hitos espaciales previos, vinculados la mayoría de ellos a la construcción de telescopios de tamaños cada vez mayores y otros avances tecnológicos. Los intentos que se han hecho en este sentido, al menos los que hemos encontrado en la literatura¹, son casi siempre tachados de incompletos, parciales o subjetivos. Nosotros proponemos aquí una selección propia, elaborada a partir de varias fuentes y que probablemente no escapará a la misma crítica de las anteriores listas. Aun así, consideramos necesario incluir esta breve cronología del siglo XX para después identificar los que siguen gozando de actualidad científica y periodística (algunos de ellos abordados extensamente en capítulos anteriores).

Recordemos en primer lugar las grandes ideas científicas que marcan nuestra actual percepción del Universo: el *heliocentrismo* de Galileo, la *gravitación* de Newton, la *relatividad* de Einstein y la *mecánica cuántica* de Planck, entre otros.

1.1. Doce descubrimientos astronómicos del siglo XX previos a 1990

1908: Henrietta Leavitt establece la relación período-luminosidad en estrellas tipo *Cefeidas*, lo que permite determinar el tamaño de nuestra galaxia y medir distancias en el Universo.

1924: Edwin Hubble demuestra la existencia de otras galaxias externas a la nuestra.

1929: Hubble descubre el *corrimiento al rojo* de las galaxias e infiere que el Universo se está expandiendo.

1930: Clyde Tombaugh descubre *Plutón*, el noveno planeta del Sistema Solar.

- 1931: Se detectan ondas de radio procedentes de la *Vía Láctea* y nace la *radioastronomía*.
- 1957: Se establece cómo se produce la energía de las estrellas a partir de la conversión de hidrógeno en helio y cómo se forman los demás elementos químicos en el Universo.
- 1963: Se descubren los *cuásares*.
- 1964: Se descubre la *radiación de fondo cósmico*, que refuerza la teoría del *Big Bang* y la expansión del Universo.
- 1967: Se descubren los *púlsares*.
- 1974: Se descubren los *púlsares binarios*, que confirman la existencia de *ondas gravitatorias* predichas por la teoría de la *Relatividad*.
- 1979: Se prueba desde el Observatorio del Teide que el Sol vibra globalmente y tiene sus modos propios de oscilación.
- 1987: Se detecta la supernova *1987 A*, la primera observable a simple vista desde la supernova de Kepler en 1604.

1.2. Doce hitos espaciales hasta 1990

- 1957: Se lanza el *Sputnik 1*, el primer satélite artificial de la Tierra.
- 1961: Yuri Gagarin se convierte en el primer hombre en el Espacio.
- 1969: Neil Armstrong se convierte en el primer hombre que pisa la Luna.
- 1970: Se lanza el *Uhuru*, el primer satélite de astronomía de rayos X.
- 1977: Se lanzan al espacio las sondas *Voyager* para estudiar el Sistema Solar.
- 1978: Se lanza el satélite *IUE* (International Ultraviolet Explorer) para estudiar el Universo en el ultravioleta.
- 1978: Se lanza el satélite *Einstein* para estudiar el Universo en rayos X.
- 1983: Se lanza el satélite *IRAS* para estudiar el Universo en el infrarrojo.
- 1986: La sonda *Giotto* se encuentra con el cometa *Halley* y confirma la teoría de la "bola de nieve sucia".
- 1986: Se lanza la Estación Espacial *Mir*.
- 1989: Se lanzan la sonda *Galileo* para el estudio de Júpiter y sus satélites.
- 1989: Se lanza el satélite *Hipparcos* para medir con precisión la posición de las estrellas.

En el recuerdo queda también la explosión del *Challenger* en 1986, considerado uno de los mayores desastres de la conquista espacial.

2. 1990-1999: una década astronómica y espacial en titulares de prensa

Los análisis de prensa anteriores nos han permitido comprobar que en la prensa española las noticias relacionadas con la astronomía y el espacio son generalmente más frecuentes que las de otras especialidades científicas, con la excepción de los temas biomédicos. La década de los noventa, que por razones operativas aquí entendemos el período de diez años comprendido entre 1990 y 1999², ha resultado especialmente pródiga en temas astronómicos y espaciales. En los últimos años se aprecia incluso cierta "saturación", como nos comentaban al cierre de este trabajo varios periodistas científicos. El resultado de las encuestas que hemos realizado también confirma esta explosión informativa de contenido astronómico y el físico y divulgador Cayetano López lo destacaba en un artículo titulado "Tiempo de planetas":

Las últimas décadas han sido generosas en descubrimientos astronómicos que han ido perfilando una imagen grandiosa del universo. Un universo en expansión, de aspecto cambiante a lo largo de sus miles de millones de años de historia, poblado de los objetos más extraordinarios y marco de procesos a escalas y energías apenas accesibles a nuestra intuición. Así, las supernovas y el mecanismo que activa su aparición espectacular en los últimos momentos de la vida de estrellas de pacífica apariencia no sólo han iluminado nuestro cielo, también las páginas de los periódicos y la curiosidad de los lectores; las galaxias, los agujeros negros, la materia oscura o el Big Bang han recorrido, con rapidez asombrosa, el camino que va de los textos científicos especializados al lenguaje ordinario, proporcionándonos abundante munición de metáforas para referirnos a casi cualquier fenómeno de la vida económica, política o personal... con escaso tino, a veces.³

El destino del Universo encabezaba en 1998 la lista de los oscar de la ciencia, los diez descubrimientos y avances más destacados que anualmente elige la revista *Science*, como se recogía en algunos titulares de prensa: "'Science' destaca la aceleración del Universo como avance científico más importante del año"⁴.

Nunca antes habían aparecido tantas noticias de sesgo astronómico en las primeras páginas de los periódicos españoles, incluso con merecido análisis editorial o amplio

tratamiento en la edición del domingo (la de mayor tirada). Expresiones como "Noticias del Universo"⁵ o similares han sido, en sí mismas, titulares de prensa. Del análisis temático de los suplementos científicos semanales de los diarios *Abc* y *El País* también se deduce que la astrofísica y la exploración espacial reciben un trato preferente con respecto a otras ramas de la ciencia.

Nuevos descubrimientos -como nuevas galaxias del llamado *Grupo Local*, del que forma parte nuestra *Vía Láctea*, entre ellas *Antlia*⁶, detectada en 1997- junto a otros hallazgos no tan novedosos que el creciente interés por la astronomía (y otras razones menos nobles) hacen resucitar, se anuncian con grandes titulares en las portadas de los diarios. Son los casos de las pruebas del *Big Bang*, las imágenes del Telescopio Espacial *Hubble*, los *planetas extrasolares*, los *agujeros negros*, la vida en Marte, el hielo en la Luna, la estación *Mir*, la *Estación Espacial Internacional*, ...

Al interés natural por el Sol, la estrella más próxima y nuestra fuente de luz y calor, se suma en esta década el interés por la interacción Sol-Tierra, reflejada especialmente en los medios de comunicación en relación con el cambio climático.

Algunos resultados publicados en revistas especializadas o presentados en congresos se convierten casi de forma inmediata en titulares de prensa. Ciertas reuniones científicas, como el ya mencionado encuentro "Key Problems in Astronomy", celebrado en Tenerife, en enero de 1995, también son propiamente noticias por el prestigio de los astrónomos que participan en ellas.

Siempre son noticia las misiones espaciales, y los noventa se nutre de unas cuantas, tanto las lanzadas en la década anterior, que envían sus últimos datos (*Voyager*, *HIPPARCOS*, *COBE* ...) o que ahora se lanzan y llegan a su destino (*Galileo*, *Giotto*, *Rosat*, *Compton*, *Ulysses*, *Yohkoh*, *Magallanes*, *Hyggens-Cassini*, *ISO*, *SOHO*, *Pathfinder*, *Luna Prospector*, *Planet-B*, *Chandra*...), como las que aún son meros proyectos (*Integral*, *XMM*, *AXAF*, *FIRST*, *PLANCK*, ...). Especial atención se dedica al "cierre" del observatorio ultravioleta *IUE*, como reconocimiento al buen servicio prestado a la astronomía ("Europa cierra los 'ojos' del satélite *IUE*"⁷). Junto con estas misiones, surgen las noticias sobre astronautas de origen español.

También en esta década, y coincidiendo con el impacto de los fragmentos del cometa *Shoemaker-Levy* en Júpiter en 1994, celebrábamos el 25 aniversario de la llegada del hombre a la Luna, acontecimiento en el que los medios de comunicación, especialmente la televisión, desempeñaron un papel sin precedentes.

El 28 de enero de 1996 se recordaba igualmente el desastre del 'Challenger' ocurrido diez años antes. Sobre este infortunio, se decía en una información firmada por Juan Cavestany desde Nueva York: "Siguen vivas las teorías sobre la responsabilidad de la prensa, que podría haber acosado en exceso a la NASA y a la burocracia federal por los constantes retrasos en el lanzamiento, hasta conseguir que se apresurara el lanzamiento".⁸

Además, los medios siempre informan oportunamente de eventos astronómicos como el paso de cometas más o menos brillantes (y en esto ha sido una década bastante pródiga) o los eclipses de Sol y de Luna, además de otros fenómenos de carácter periódico, como la lluvia de meteoros del mes de agosto (*Perseidas*) o la del mes de noviembre (*Leónidas*), especialmente temida para los años 1998 y 1999 por el espectacular incremento en su intensidad como sería amenaza para más de 500 satélites militares y civiles en órbita terrestre⁹.

Todos los años coincidiendo con la Navidad, el enigma de la estrella de Belén -sobre si fue un cometa o una supernova- recobra interés periodístico. En la Semana Santa de 1997, en Rancho Santa Fe (San Diego, California), los miembros de una tecnosecta¹⁰ destructiva -*Heaven's Gate* (La Puerta del Cielo)- se suicidaron de forma colectiva invocando el paso de un cometa. En aquel caso, el pretexto fue subir a un platillo volante que venía tras el cometa *Hale-Bopp* para acceder así a un plano superior de existencia. Con el fin de compensar este despropósito, una buena noticia: la Iglesia rehabilita a Galileo en 1992, después de cuatro siglos de condena "errónea".

En 1991, los periódicos recogen la creación en Madrid del LAEFF (Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental), un nuevo centro de investigación relacionado con nuestro campo de estudio. El 20 de noviembre de 1992 se crea la Sociedad Española de Astronomía (SEA), en la que están representados todos los

astrónomos profesionales del país con el objetivo de fomentar la actividad astronómica. Este foro, de reuniones periódicas, se convierte en una nueva fuente de noticias astronómicas.

También ha sido una década de apertura de nuevos centros de divulgación científica con clara orientación astronómica, como el Planetario de Castellón (1991), el Planetario de Pamplona (1993), el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife (1993), vinculado como hemos visto al Instituto de Astrofísica de Canarias, y el Parque de las Ciencias de Granada (1995), con planetario y un telescopio de 75 cm cedido por el Instituto de Astrofísica de Andalucía, además de otros museos con planetarios entre sus módulos.

En cuanto a los personajes vinculados con la astronomía que aparecen en la prensa mencionaremos a Stephen Hawking (aunque el aluvión de noticias sobre él se produjo a finales de la década de los ochenta tras publicar su famosa obra de divulgación científica *Historia del Tiempo*¹¹ y recibir el Premio Príncipe de Asturias); George Smoot, como uno de los responsables del satélite COBE y de sus resultados sobre la radiación de fondo cósmico, y sir Fred Hoyle, con sus críticas al *Big Bang* y su defensa de la *panespermia* (idea de que la vida procede del espacio). Son noticia igualmente los Premios Nobel de Física de 1993, concedidos a dos astrofísicos -Joseph Taylor y Russell Hulse- por su descubrimiento de los *púlsares binarios* en 1974 (de los que hemos hablado en la Tercera Parte). En esta década fallecen dos carismáticos divulgadores científicos de la astronomía -Isaac Asimov y Carl Sagan- y un conocido cazador de cometas -Eugene Shoemaker-, que se convierten así en titulares de prensa.

Dadas las estrechas relaciones que existen entre la astrofísica, especialmente la cosmología, y la física de partículas, destaca el descubrimiento en 1998 de la masa de los *neutrinos*, con su consiguiente aportación a la *materia oscura* del Universo. Quizá, antes de que acabe el milenio, se descubran las *ondas gravitatorias* predichas por Einstein o la existencia de *antimateria*, una pieza clave también relacionada con el misterio de la *materia oscura* en el Universo, con avanzados detectores como el AMS (*Alpha Magnetic Spectrometer*), lanzado al espacio en 1998.

En el momento de redactar este capítulo, nos encontramos a principios de 1999, aunque algunas de las noticias destacadas en estas páginas previsiblemente también estarán de actualidad a lo largo de todo este año: más *planetas extrasolares*, más *agujeros negros*, el descenso de la estación *Mir* y la puesta en marcha de módulos de la nueva estación internacional, la llegada a *Titán* de la sonda *Huygens-Cassini*, nuevas pequeñas misiones a Marte y a la Luna, los nuevos grandes telescopios y sus primeros resultados científicos, ... amén de los descubrimientos y eventos impredecibles, como la aparición de cometas o el impacto de un meteorito.

Henry Gee, de la revista *Nature*, en un artículo titulado "Implantes, partículas y resfriado en el siglo XXI", publicado en el diario *El País*, hace un intento de predecir los avances científicos que podrían producirse antes del 1 de enero del año 2001. Veamos sus vaticinios en los campos de "Física y espacio":

Los planetas que rodean a otras estrellas se habrán detectado mediante el uso de imágenes directas captadas por telescopios en tierra. Los vuelos espaciales tripulados estarán sujetos a continuos contratiempos: los problemas de la obsoleta flota de transbordadores espaciales, dificultades políticas y el fracaso del programa espacial ruso, implican que la estación espacial *Alfa* no será operativa aún. Un vuelo tripulado a Marte parece más lejos que nunca. Aunque el acelerador de partículas LHC del CERN (Laboratorio Europeo de Física de Partículas) no estará en pleno funcionamiento hasta el 2007, los científicos habrán encontrado rastros, con energías relativamente bajas, de la existencia de partículas Higgs, que se cree son responsables de la propiedad de la masa.

Y ya que estamos con el tema de la gravedad, se habrán podido detectar las primeras ondas gravitacionales producidas por acontecimientos cataclísmicos en otras partes del universo. Conoceremos el destino del cosmos porque las observaciones de supernovas distantes concretarán la historia de la expansión del Universo a partir del Big Bang, lo que nos permitirá predecir qué sucederá en el futuro: si continuará la expansión o se detendrá y se iniciará una contracción del universo. Se determinará cuánta materia oscura contiene el universo y se habrá medido la masa del neutrino.¹²

A continuación comentamos más detenidamente una veintena de noticias científicas (grupos de noticias en algunos casos) relacionadas con la astronomía y el espacio que hemos seleccionado por su presencia más o menos importante y representativa en la prensa española a lo largo de la década de los noventa (se incluyen algunos titulares de prensa atractivos a modo de ilustración).

En la elección también hemos tenido en cuenta los resultados de la encuesta a periodistas científicos, ya que en ella se preguntaba por las diez noticias de mayor

impacto, así como por el término astronómico más utilizado en titulares y el tema astronómico de moda, además de otras cuestiones. Entre las respuestas nos encontramos, sin embargo, con este argumento lícito del periodista Martín Yriart en contra de cualquier intento superficial de establecer estos listados:

No llevo *rankings*, ni siquiera informalmente. No me atrae el periodismo-espectáculo, que depende de la mitificación de los acontecimientos y la selección exitista de las noticias. Las respuestas legítimas a estas preguntas deben encontrarse en los estudios cuantitativos de los medios y confrontarse con los estudios cuantitativos, que indican claramente cuál es el peso relativo de cada disciplina y cada línea de investigación en la realidad de la ciencia. No creo que haya lugar acá para respuestas "intuitivas".

Si bien damos la razón a Yriart en cuanto a que cualquier conclusión al respecto debería apoyarse en estudios cuantitativos más completos, sí consideramos que puede ser de interés esta primera aproximación que hacemos. En ella se recoge, por un lado, el resultado del seguimiento de prensa que da apoyo a todo este trabajo de investigación, y por otro, las aportaciones de la encuesta realizada. Estas aportaciones, si bien se basan en intuiciones personales, con un sesgo memorístico obvio (se recuerdan más las noticias de los últimos años que los de los comienzos de la década), también es verdad que proceden de profesionales con criterio y que han sido recogidas y medidas con una técnica estándar de investigación.

Como resultado a una de las preguntas formuladas, los diez temas más "votados" fueron por orden:

1. El Telescopio Espacial *Hubble* y sus descubrimientos
2. La misión *Mars Pathfinder*
3. Los planetas extrasolares
4. Los resultados sobre el fondo cósmico de microondas (*COBE*, ...)
5. El hallazgo de agua en la Luna
6. La sonda *Galileo* y agua en *Europa*
7. El impacto en Júpiter del *Shoemaker-Levy*
8. Los grandes telescopios (*Keck*, *GTC*, ...)
9. Los meteoritos y la vida extraterrestre
10. [comparten posición]
- agujeros negros

- *enanas marrones*
- galaxias lejanas

En esta selección hallamos noticias que contienen o tratan sobre los términos analizados en la Tercera Parte. Algunas se refieren a descubrimientos vinculados al Instituto de Astrofísica de Canarias y sus Observatorios, cuya presencia en la prensa es relativamente frecuente, como hemos visto.

En cuanto al término astronómico más habitual, la mayoría se inclinó por *Big Bang* (un 42%), seguido por *Universo* (26%) -aunque curiosamente una de las respuestas dice que este término ha caído en desuso-, *agujero negro* (21%), *galaxia* (16%) y *Hubble* (5%); en algunos se proponen dos o más términos en la respuesta. Estos resultados difieren un poco de nuestras propias mediciones en el seguimiento de *El País*, donde de 42 términos astronómicos, el término indiscutible era *Hubble*, seguido de *galaxia*; *Universo* ocupaba la sexta posición, *agujero negro* la duodécima y *Big Bang* la decimoquinta (véase *Tercera Parte*). Hay que tener en cuenta, sin embargo, que este cómputo se hizo sobre el período comprendido entre 1976 y 1995.

Los temas astronómicos de moda propuestos son por este orden:

1. Vida en el espacio (agua en la Luna, Marte, meteoritos, ...)
2. Cosmología (*Big Bang*, edad y destino del Universo, ...)
3. Planetas fuera de nuestro sistema solar.
4. [comparten posición]- *enanas marrones*
 - *materia oscura*
 - *agujeros negros*
 - *cuásares*
 - cometas
 - viajes espaciales

Como documentación para la elaboración del resumen científico que presentamos a continuación, con pretendido cierto orden cronológico, hemos utilizado casi exclusivamente fuentes periodísticas (material de nuestro archivo de prensa). La pregunta que cabe hacerse es hasta qué punto el seguimiento a través de la prensa

de las noticias astronómicas y espaciales permite conocer la realidad científica, o bien, si un lector medio puede decir que está bien informado de lo que sucede en este campo leyendo sólo la prensa, así como si esta lectura incrementa sustancialmente su conocimiento del Universo y, por ende, su bagaje cultural.

2.1. EL TELESCOPIO ESPACIAL *HUBBLE* Y LA EDAD DEL UNIVERSO

La década de los noventa ha sido y está siendo eminentemente espacial. A ello no es ajeno el hecho de que el 25 de abril de 1990, fuera lanzado por la NASA en colaboración con la ESA el Telescopio Espacial *Hubble*, fuente de un volumen considerable de noticias astronómicas. Estas noticias han aparecido con profusión en la prensa española tanto en la primera etapa de este telescopio, tan necesitada de justificación dados su elevado costo y sus defectos de diseño¹³, como en la segunda, tras la misión que en 1993 resolvió el problema de aberración cromática del *Hubble* y que le devolvió la capacidad de obtener resultados de verdadera calidad científica.

Este telescopio espacial, que tiene prevista una vida de 15 ó 20 años (posiblemente hasta el año 2010), ha observado auroras boreales en Júpiter, tormentas gigantes en Saturno, la superficie de Plutón, el tren cometario del *Shoemaker-Levy*, estrellas jóvenes en la *Nebulosa de Orión*, agujeros negros supermasivos, erupciones en la estrella *Eta Carinae*, la colisión de la galaxia de la *Rueda de Carro (Cartwheel galaxy)* con otra más pequeña... A esta lista le sigue un largo etcétera que, ayudado por la espectacularidad de las imágenes y una bien diseñada estrategia de comunicación por parte de la NASA y el Instituto Científico del Telescopio Espacial, ha gozado del favor de la prensa.

El *Hubble* es un ingenio tecnológico que se ha erigido en juez, aún sin dictar sentencia, en la guerra en torno a la constante de *Hubble*, tan vinculada como hemos visto a la edad del Universo y a la escala de distancias. Algunos titulares así lo han recogido: "El Hubble determinará qué valor tiene la llamada constante de Hubble, un problema esencial de la astronomía actual"¹⁴.

Si bien la controversia en torno a la edad del Universo -se habla de la *crisis de edad* del cosmos- ha sido abordado en titulares –curiosamente un reciente titular decía “Una nueva medida sugiere que el cosmos es más joven de lo que indica el ‘Hubble’”¹⁵-, dos de sus logros más importantes desde el punto de vista científico han sido las imágenes, reproducidas en todos los medios de comunicación, del llamado *Hubble Deep Field* (imagen de campo o cielo profundo), obtenidas primero del Hemisferio Norte, en 1995, y después del Hemisferio Sur, en 1998. Estas imágenes son retratos de pequeños trozos del Universo hasta profundidades inimaginables y en los que aparecen miles de galaxias en diferentes fases de evolución. Ya lo apuntaba, previamente al lanzamiento de este telescopio, un titular del suplemento de “Ciencia y Tecnología” de *La Vanguardia*: “Hubble. A la búsqueda de la prehistoria del universo”¹⁶. Y lo destacaba el astrónomo Robert Williams, en una entrevista que mantuvimos con él en 1996, siendo entonces director del Instituto Científico del Telescopio: “El hito del *Hubble* será lo que podamos aprender sobre el desarrollo de las galaxias en los primeros momentos del Universo”¹⁷.

Investigadores del IAC también han conseguido tiempo de observación en este codiciado telescopio, que al no verse afectado por la atmósfera terrestre puede llevar a cabo observaciones únicas. Asimismo, su homólogo europeo, el Observatorio Espacial Infrarrojo *ISO*, de la Agencia Europea del Espacio, lanzado el 17 de noviembre de 1995 y con instrumentación del IAC a bordo, está proporcionando algunos resultados que se están reflejando en titulares de prensa, como “El *ISO* revela datos inéditos sobre las galaxias más lejanas del Universo”¹⁸.

2.2. EL SOL, LOS ECLIPSES Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

En los Observatorios de Canarias se encuentra la mejor y más completa instrumentación a nivel mundial para el estudio del Sol. A su amparo ha ido creciendo en el IAC uno de los grupos de físicos solares más activos y de mayor prestigio en el panorama científico. Varias razones de peso justifican este interés astrofísico por el Sol.

En primer lugar, es “nuestra” estrella, de la que depende nuestra existencia: el Sol influye en nuestro planeta y, por tanto, en nuestras vidas. Recordemos que el ciclo de actividad solar, de 11 años de duración, empieza a entrar en un máximo que culminará en el año 2000, actividad que se traducirá en tormentas solares que pueden dejar sin suministro eléctrico a muchas zonas del mundo y destruir varios satélites y ordenadores.

Más trascendente aún es la posible influencia del Sol en el cambio climático. Según medidas de la temperatura de la superficie terrestre, la Tierra ha sufrido un calentamiento en los últimos cien años, debido probablemente a la emisión de gases procedentes de la quema de combustibles fósiles. Pero el Sol y los cambios en la energía que de él recibimos también parecen haber contribuido a tales procesos, como ha estudiado el experto en física solar e investigador del IAC Manuel Vázquez¹⁹. Las Naciones Unidas han organizado hasta el momento cuatro Conferencias sobre Cambio Climático, en las que se ha tratado esta posible contribución y sobre las que ha habido amplia información en los medios de comunicación, como recogen expresamente titulares como “40 expertos se encierran 4 días para discutir el influjo del sol sobre el clima”²⁰.

El Sol también es la estrella más cercana y, por tanto, la que mejor podemos conocer y utilizar como laboratorio, pues en ella tienen lugar procesos físicos irreproducibles en la Tierra. Lo que aprendamos sobre ella es extrapolable a otras estrellas más lejanas.

Al Sol se han dirigido en los noventa varias misiones espaciales. En marzo de 1998, el IAC y la ESA organizaron un congreso en Tenerife para analizar precisamente los logros de las misiones solares espaciales activas en ese momento (*Ulysses*, *Yohkoh* y *SOHO*) -“Los secretos desvelados del Sol”²¹, decía un titular- y las proyectadas para el siglo XXI.

Ulysses, lanzada el 6 de octubre de 1990, se ha convertido en un satélite polar del Sol. “La nave ‘Ulysses’ ofrece datos sorprendentes sobre la inexistencia del polo sur magnético del Sol”²², decía un titular de 1994.

En 1991 se lanzó, en el marco de una colaboración entre científicos británicos, norteamericanos y japoneses, el satélite *Yohkoh*, que en japonés significa “rayo de Sol”. Poco tiempo después de su lanzamiento, este satélite empezó a enviar imágenes espectaculares en rayos X de la corona solar y las erupciones que en ella tienen lugar, las cuales fueron reproducidas en los medios de comunicación.

“El Sol también sufre violentos terremotos”²³, decía otro titular en alusión a algunos de los datos proporcionados por el satélite *SOHO* –lanzado el 2 de diciembre de 1995- en su estudio del interior de nuestra estrella, el cual no puede observarse directamente. Hasta la década de los 80, no se dispuso de ninguna técnica que permitiera un sondeo directo de las condiciones reinantes en las partes más profundas del Sol. Con la aplicación de técnicas sismológicas al campo de la física solar, se obtuvo desde el Observatorio del Teide la primera prueba de que el Sol vibraba; de sus modos de oscilación podían deducirse propiedades dinámicas (velocidad del sonido, presión, etc.) en las zonas más profundas (y no visibles), llegando incluso al propio núcleo solar.

El Grupo de Sismología Solar del IAC ha contribuido activamente desde entonces en el desarrollo de esta especialidad que hoy en día se ve plasmada en multitud de Redes Internacionales (IRIS, GONG, TON, ...), todas ellas con un nodo importante en el Observatorio del Teide, así como en proyectos espaciales, como el mencionado *SOHO*. Este satélite, en el que participa el IAC con dos instrumentos científicos, protagonizó en 1998 un episodio que rozó la ciencia ficción al perderse el contacto con él y recuperarse posteriormente.

Sin duda, las noticias solares más populares recogidas en los medios de comunicación se refieren a los eclipses de Sol (también de Luna). En la década de los noventa han sido noticia destacada en varias ocasiones: tras el eclipse del 11 de julio de 1991, visible desde México, “Canarias, único lugar del país para ver el penúltimo eclipse total de sol del milenio”²⁴, decía un titular en relación con el eclipse del 26 de febrero de 1998. Ese día, la expedición *Shelios 98*, precedida de una gran expectación popular e interés periodístico, alcanzaba la línea de totalidad de un eclipse de Sol, a 2.000 kilómetros de la costa, tras varios días de navegación a bordo del velero *Tenerife 1*, de la Universidad de La Laguna. “El IAC estudiará el eclipse

desde un velero"²⁵, había anunciado un titular. De esta expedición, patrocinada por Banesto, formaban parte algunos miembros del IAC, marinos y un periodista, que pusieron de manifiesto con esta experiencia la posibilidad de vivir la aventura al tiempo que se asistía a un acontecimiento astronómico: ver un eclipse de Sol en medio del Océano (Atlántico, en este caso). Como ya comentamos, una expedición similar –Shelios 99–, pero esta vez por carretera y en globo, se organizó para ver desde Turquía, el 11 de agosto de 1999, el último eclipse total de Sol del milenio. Esta expedición tuvo un gran impacto en los medios.

2.3. LOS AGUJEROS NEGROS Y LA MÁQUINA DEL TIEMPO

El 13 de febrero de 1992, la revista *Nature* publicaba los resultados de unas observaciones que probaban la existencia de un agujero negro en nuestra galaxia, concretamente en el sistema binario V404 de la Constelación del Cisne. La confirmación de que se trataba de un agujero negro, y no de una estrella de neutrones, como sucede en otros sistemas binarios, resultaba de haber medido su masa (al menos, seis veces la masa del Sol). Estas observaciones habían sido realizadas en el verano de 1991, desde el Observatorio del Roque de los Muchachos, en la isla de La Palma, por el investigador Jorge Casares, del Instituto de Astrofísica de Canarias, y sus colaboradores británicos.

Algunos medios, alertados por *Nature*, se hacían eco de la noticia, como vimos en el capítulo correspondiente a agujeros negros. Posteriormente se han anunciado sucesivamente nuevos descubrimientos, como los agujeros negros de tipo galáctico observados por el Telescopio Espacial *Hubble* (en las galaxias M81, NGC 4261, NGC 3115, ...), pero en sistemas binarios, V404 sigue siendo el mejor candidato. También se recogían en la prensa titulares como “Desde Canarias se buscan agujeros negros galácticos”²⁶ o “El telescopio ‘Hubble’ fotografía un descomunal ‘agujero negro’”²⁷, sin olvidar “Un agujero negro en el centro de la Vía Láctea”²⁸, habitual en los medios.

En relación con estos misteriosos objetos surge un tema muy atractivo y popularizado por la literatura y el cine de ciencia ficción: la *máquina del tiempo*, defendida como posibilidad teórica por algunos astrónomos, como hemos visto. A pesar de que, como decía un titular de 1991, "Los cosmólogos reunidos en Huelva en un seminario, en el que participa Stephen Hawking, descartan los viajes por el tiempo"²⁹, en 1993 otro titular anunciaba "Un astrofísico ruso propone una máquina del tiempo"³⁰.

2.4. EL SATÉLITE COBE, LOS COSMOSOMAS

EL BIG BANG Y EL DESTINO DEL UNIVERSO

A este epígrafe ya hemos dedicado especialmente la Cuarta Parte del presente trabajo. Resumamos aquí que uno de los enigmas de la astrofísica a comienzos de los noventa era cómo hacer compatible un universo que en sus orígenes fue uniforme y homogéneo con el universo que vemos hoy en día, lleno de galaxias, en forma de cúmulos y supercúmulos, vacíos y otras estructuras. Esta aparente contradicción ponía en jaque a la teoría del *Big Bang*, que por tanto necesitaba pruebas que la revalidaran.

A finales del mes de abril de 1992, el equipo científico del satélite *COBE*, lanzado al espacio en 1989, anunció la detección de pequeñas fluctuaciones en la radiación del llamado *Fondo Cósmico de Microondas*, pequeñas ondas de radio procedentes de la *Gran Explosión*. Estas fluctuaciones, resultado de variaciones infinitesimales en la densidad de la materia en una época muy primitiva del Universo, muy cerca de su origen, dejaron su huella en la radiación. Los primeros signos de esta huella ("el fósil más antiguo conocido", como apunta en un reportaje³¹ el cosmólogo José Luis Sanz, de la Universidad de Cantabria), son los que *COBE* detectó a comienzos de la década y que supuso "Un triunfo del Big Bang"³², como se tituló en la prensa.

Pero este satélite, al cubrir todo el cielo, no tuvo la sensibilidad suficiente para localizar estructuras reales, como los *cosmosomas* que descubrió dos años después el *Experimento de Tenerife* del Observatorio del Teide.

Este descubrimiento no sólo constituyó una prueba de que las teorías actuales sobre el origen del Universo y la formación de las galaxias eran acertadas. También abrió la posibilidad de investigar cuáles eran las condiciones físicas del Universo cuando aún estaban unificadas todas las fuerzas conocidas, tan sólo una fracción de trillonésima de segundo después de su origen, lo que constituye una de las fronteras a rebasar por la física de finales de siglo.

Sin embargo, las últimas noticias astronómicas han provocado titulares como “El Big Bang, en entredicho”³³. “Los astrónomos determinan que el Universo se expande y lo hace de forma acelerada”³⁴ y, en conclusión, “El universo se salvará de un colapso final”³⁵.

2.5. LA SUPERNOVA 1993J, DESCUBIERTA POR UN ASTRÓNOMO AFICIONADO ESPAÑOL

El 28 de marzo de 1993, Francisco García Díaz, un astrónomo aficionado perteneciente a la Agrupación Astronómica de Madrid, detectó desde Lugo, su ciudad natal, y con un pequeño telescopio, la aparición de una *supernova* en la constelación de la Osa Mayor, concretamente en la galaxia *M81* (también llamada *NGC 3031*). “Supernova 1993J: réquiem por una estrella agonizante” y “El gran sueño de un astrónomo aficionado” tituló *Abc*³⁶. A la noche siguiente, un investigador del IAC, Enrique Pérez, confirmaba el descubrimiento y obtenía el primer espectro de esta *supernova* con un telescopio del Observatorio del Roque de los Muchachos, adelantándose por un día a un equipo de la Universidad de California en Berkeley. “El IAC confirma el hallazgo de un *supernova*”³⁷ y “La Unión Astronómica (Internacional) reconoce y bautiza la *supernova* de Lugo”³⁸, decían algunos titulares.

Ésta era la primera vez que un astrónomo aficionado español –la “Supernova española”³⁹, titulaba un periódico– (descubría una *supernova*, que en su caso fue una de las más brillantes en el Hemisferio Norte desde 1937). El hecho de que se descubriera prácticamente en el momento exacto de su aparición⁴⁰ (el viernes 26 de marzo, la *supernova* no estaba presente en las imágenes de la galaxia *M81*) permitió

un estudio detallado de las fases iniciales de la explosión, antes de alcanzar su máximo brillo, lo que raras veces puede hacerse dado que las *supernovas* se suelen detectar días o semanas después de producirse la explosión de la estrella.

Las *supernovas* son objetos de gran interés científico y, como apuntaba Henry Gee en sus pronósticos, en las *supernovas* distantes puede estar la clave del futuro del universo. De hecho, como hemos visto en el apartado anterior, las últimas observaciones de *supernovas* sugieren que el Universo se está acelerando.

2.6. LA COLISIÓN DEL SHOEMAKER-LEVY CON JÚPITER

Decíamos en la entrada de este análisis que la década de los noventa había sido visitada por varios cometas, algunos de ellos de gran interés. Precedido de cometas como el *Halley* (1986), el *Austin* (1990) y el *Levy* (1990), llegaba a los medios de comunicación, en julio de 1994, el cometa *P/Schoemaker-Levy 9*, pero en esta ocasión este astro interesaba no por su brillantez intrínseca, sino porque iba a ofrecer un espectáculo sin igual, una colisión cósmica que por primera vez la Humanidad iba a presenciar. Para definirlo, en la redacción de *El País* se acuñó un término muy gráfico. “Empieza el gran ‘cometazo’”⁴¹, mientras que *El Periódico* optaba por “Verbena cósmica en Júpiter”⁴², *Diario 16* por “Odisea en el espacio: impacto en Júpiter”⁴³ y *Canarias 7* por “El choque del siglo”⁴⁴.

Fue un año de noticias sobre el evento, dado que la colisión fue pronosticada con mucha antelación: el 8 de junio de 1993 ya se anunciaba en la prensa: “Los astrónomos prevén un espectacular choque de cometas con Júpiter en 1994”⁴⁵. También se anunció: “Júpiter será la estrella de la primera colisión interplanetaria televisada”⁴⁶. A medida que se acercaba el momento, se sucedían las especulaciones sobre la magnitud de la colisión. Después seguimos, día a día, los impactos de cada uno de los fragmentos del cometa: “Espectacular impacto del fragmento A contra Júpiter”⁴⁷, registrado por los telescopios canarios, que fueron los primeros en informar de la colisión; “Júpiter encajó la mayor ‘pedrada’”⁴⁸, “El cometa ‘agujerea’ Júpiter”⁴⁹, “Júpiter tiene un cráter como la mitad de la Tierra”⁵⁰, ... Esta

colisión reavivó el debate sobre la necesidad de plantearse cómo evitar un acontecimiento similar en la Tierra, y no sin razón teniendo en cuenta que, como titulaba otro periódico, “El mayor impacto del cometa SL-9 superó en potencia el arsenal nuclear de la Tierra”⁵¹.

En periodismo se valoran las noticias por su cercanía. Lo ocurrido en tu propia ciudad interesa más que si tuviera lugar a miles de kilómetros. Por la misma razón, a la escala del Universo, la proximidad de esta colisión en nuestro Sistema Solar, histórica y sin precedentes, despertó en mucha gente un sentimiento de nacionalidad cósmica y de conciencia planetaria que hasta ahora ignoraba.

2.7. LAS PRIMERAS ENANAS MARRONES Y LA MATERIA OSCURA

“Descubierta una ‘enana marrón’ en el Astrofísico de Canarias”⁵² se anunciaba en 1992, aunque el primero de estos objetos se descubrió tres años después, también desde el IAC, como se expuso en la Tercera Parte. Los resultados sobre *Teide 1* se publicaron el 14 de septiembre de 1995 en la revista *Nature*, lo que hizo que fuera recogido en muchos medios de comunicación de todo el mundo. “Eslabones en el limbo astronómico”⁵³ llevaba por título un reportaje de *Abc*, que decía: “Las *enanas marrones* irrumpieron en 1995 en el variopinto zoo de objetos estelares con la etiqueta de eslabón entre las estrellas y los planetas. Demasiado pequeñas para ser astros, muy grandes para catalogarse como planetas. Las dudas sobre la identidad y proceso de formación de las enanas marrones persisten pero, con ayuda del observatorio *Hubble* y varios telescopios canarios, dos equipos españoles han aportado pistas para desvelar el misterio”⁵⁴.

Si bien parecen ser más numerosas de lo que se pensaba, las *enanas marrones* no resuelven el problema de la *materia oscura*, que supone el 90% del Universo. Como ya hemos dicho, ésta podría estar constituida, según las últimas hipótesis, por *machos*, *wimps* o *neutrinos*, aunque con reservas: “Un científico del Astrofísico de Canarias cuestiona en ‘*Nature*’ la última teoría sobre la materia oscura”⁵⁵, titulaba

Abc. Como resultado del “Acoso científico a la materia oscura del universo”⁵⁶, se descartan los primeros, mientras que “Los pesos ligeros ganan el primer asalto”⁵⁷.

“También los neutrinos tienen masa”⁵⁸, se descubría en 1998, inclinando la balanza de la *materia oscura* hacia estas partículas invisibles, mil millones de las cuales inciden cada segundo sobre cada centímetro cuadrado de nuestra piel. “La masa descubierta de los neutrinos altera el balance de materia en el cosmos”⁵⁹, lo que ha supuesto un “Jaqué a las teorías de la materia”⁶⁰.

2.8. LOS PRIMEROS PLANETAS EXTRASOLARES

En 1984, la prensa anunciaba el descubrimiento de la existencia de un posible nuevo sistema solar en proceso de formación alrededor de la estrella **b Pictoris**⁶¹ (otras estrellas candidatas a tener planetas por aquella época eran *Vega* y *Fomalhaut*). Las noticias sobre esta estrella resucitaba en 1996 y en la actualidad se cree que el disco protoplanetario de gas y polvo en torno a **b Pictoris** contiene algún planeta. (También a finales de 1984 hubo mucho debate, como vimos en la Tercera Parte, en torno al objeto *VB 8B*, candidato por entonces a planeta o a *enana marrón*).

Después vino el supuesto planeta alrededor de un púlsar a finales de 1991, desmentido pocos meses después⁶². Y en marzo de 1995, un titular anunciaba: “Los astrónomos, a punto de encontrar planetas alrededor de otras estrellas”⁶³. El vaticinio se cumplió tan sólo unos meses después.

Los astrónomos Geoffrey Marcy y Paul Butler, de la Universidad de California en Berkeley (Estados Unidos), comenzaron la búsqueda de planetas en 1988. Dado lo difícil, por no decir imposible, que resulta observar planetas de forma directa, ambos se afanaron en el desarrollo de una nueva técnica para su detección: la medición de los desplazamientos *doppler* de la luz de las estrellas. La técnica era tan compleja que había que introducir mejoras en los telescopios, en los espectrómetros y, especialmente, en el *software* informático para el análisis de los datos.

Pero mientras ellos perfeccionaban su método, otros dos astrónomos -Michel Mayor y Didier Queloz, del Observatorio de Ginebra (Suiza)-, se les adelantaron anunciando el

descubrimiento de un planeta muy cercano a una estrella, tan cercano que ejercía un efecto gravitatorio impresionante sobre el astro, haciéndole oscilar notablemente. Aunque Marcy y Butler ostentan actualmente el récord del mayor número de planetas extrasolares (también llamados *exoplanetas*) descubiertos, los suizos les arrebataron la primicia de anunciar el descubrimiento del primer planeta extrasolar detectado en la historia.

En efecto, los astrónomos suizos sorprendieron al mundo con el anuncio, el 6 de octubre de 1995 del primer planeta extrasolar, un objeto girando en torno a la estrella 51 de Pegaso. El 23 de noviembre se publicó en *Nature* y durante los días siguientes se recogía en titulares de prensa: "Un cuerpo raro en la constelación de Pegaso"⁶⁴. Desde entonces se han descubierto nuevos posibles planetas, tantos que Marcy ha llegado a decir: "Casi todas las estrellas que vemos en el cielo tienen planetas a su alrededor"⁶⁵.

Tras el anuncio de los astrofísicos suizos, la confirmación del descubrimiento pocos días después por los astrofísicos estadounidenses -especialmente de gran importancia en este caso- también fue recogida por la prensa: "Astrofísicos americanos confirman que existe un planeta fuera del sistema solar"⁶⁶. Aun así, la cautela se manifiesta también en titulares: "¿Es ésta la casa de ET?"⁶⁷, "Los expertos se muestran cautos ante los últimos hallazgos astronómicos"⁶⁸

A esta búsqueda se ha sumado el *Hubble*, que en junio de 1998 anunciaba el descubrimiento de *TMR-1C*, un "Gigante gaseoso a la deriva"⁶⁹, como titulaba un diario que también decía de él: "La visión de un nuevo mundo. Fascinación científica por la primera imagen de un posible planeta extrasolar obtenida por el 'Hubble'"⁷⁰.

2.9. LA NAVE GALILEO, LA SONDA SUICIDA Y EL DESCENSO EN TITÁN

La nave espacial no tripulada *Galileo*, de la NASA, sucesora de los célebres *Voyager*, salió de la Tierra el 18 de octubre de 1989. Tras un viaje de seis años, entró en órbita de Júpiter en diciembre de 1995, enviando una sonda suicida que penetró durante

una hora en las densas nubes de este planeta y envió datos antes de desintegrarse: "La 'Galileo' se puso en órbita de Júpiter tras recibir las señales de la sonda suicida"⁷¹. Después, la nave ha seguido investigando el entorno joviano, sobrevolando *Ganymedes*, *Calisto*, *Io* y *Europa*, las lunas de Júpiter descubiertas por Galileo Galilei en 1610. El fin de todas estas observaciones era, en definitiva, obtener información sobre el origen del Sistema Solar hace 5.000 millones de años y su evolución. "Traer conocimiento"⁷², resumía el titular de un editorial.

La *Galileo* es la última de las grandes misiones de la NASA, que ahora planea misiones menos complejas y, por tanto, más rápidas de preparación.

Con destino a Saturno, la sonda espacial *Huygens-Cassini*, de la NASA y la ESA, salió de la Tierra el 15 de octubre de 1997. Su objetivo: "Descenso en Titán"⁷³. Esta misión estudiará este satélite de Saturno que fue descubierto en 1655 por Christiaan Huygens.

2.10. LOS COMETAS HYAKUTAKE Y HALE-BOPP

Sólo la fecha de publicación del libro justifica el sorprendente comentario de Stan Gibilisco en él acerca del desinterés de los medios por los cometas: "Para ver un cometa, se necesita primero saber algo sobre él, saber que existe. Esto puede requerir algún esfuerzo porque los titulares de los periódicos no suelen ofrecer noticias como 'GRAN COMETA VISIBLE EN TODO EL HEMISFERIO NORTE'. Hay pocos casos en los que los cometas produzcan noticias destacables"⁷⁴.

En el caso del cometa *Hyakutake*, al lado de titulares como "El brillo que no cesa"⁷⁵, sorprenden titulares como éste: "Y la cola, ¿dónde estaba la cola?"⁷⁶, puesto que tal cola llegó a alcanzar la distancia que hay entre la órbita de la Tierra y la de Marte y el color verdoso-azulado de su cabeza y de su cola (color típico de los cometas debido al cianuro y al monóxido de carbono) se observó a simple vista.

Este cometa fue veinte veces más pequeño que el *Hale Bopp*, pero pasó 15 veces más cerca de la Tierra, lo que hizo que pareciera tan brillante como aquél. Sin embargo, el cometa *Hale-Bopp* ha sido uno de los cometas más importantes de la historia, lo que justificó un programa internacional de observación desde los

Observatorios de Canarias. “El cometa más brillante del siglo, el Hale-Bopp, tiene cuatro colas”⁷⁷, fue uno de los resultados anunciado en la prensa tras un congreso celebrado en Tenerife.

En 1999, los medios debían informar de las dos misiones espaciales que tienen previsto estudiar los cometas *Wild 2* y *Wirtanen*, respectivamente. En el primer caso, una sonda de la NASA, al llegar a la atmósfera, desplegará paneles “pegajosos” en los que quedarán adheridos “cabellos” (partículas) del cometa. Será la primera vez, desde las muestras lunares, que se traigan a la Tierra materiales de otro cuerpo celeste. En el segundo caso, una misión de la ESA “aterrizará” en el cometa para comprobar si su superficie es compacta o granulosa⁷⁸ y, como objetivo último, obtener información sobre los orígenes del Sistema Solar, dado que supuestamente el material de los cometas no se ha alterado desde entonces.

2.11. LA EXPLOSIÓN DEL ARIANE 5

El 4 de junio de 1996, el primer cohete europeo *Ariane 5* tuvo que ser destruido a los pocos segundos de su lanzamiento desde la base espacial de Kourou, en la Guayana Francesa. Con él se destruyeron también los cuatro satélites científicos (apodados *las cuatro joyas*) de la misión *Cluster*. Esta misión, valorada en 60.000 millones de pesetas, pretendía estudiar los efectos electromagnéticos del Sol sobre la Tierra.

“Fuegos artificiales sobre la selva tropical”⁷⁹, tituló un periódico, y “¿Qué volvió loco al Ariane 5?”⁸⁰, se preguntaba otro. La causa del accidente -un problema electrónico- no se supo hasta el día siguiente. De tratarse de un fallo en el diseño, las futuras misiones espaciales de la Agencia Europea del Espacio se habrían visto seriamente afectadas. El éxito del segundo lanzamiento, el 30 de octubre de 1997, devolvió la confianza en el nuevo cohete europeo.

2.12.

EL METEORITO MARCIANO Y LA BÚSQUEDA DE VIDA EXTRATERRESTRE

Las noticias en torno a la búsqueda de vida extraterrestre son recurrentes en los medios de comunicación. No olvidemos que la posible existencia de vida fuera de la Tierra ha sido una de las principales preguntas de la historia de la Humanidad. Pero el tema se animó especialmente en 1996, a partir de la publicación (portada de *Science* en agosto de ese año) de que Marte podría haber albergado microbios primitivos, dada la presencia de vida fosilizada en un meteorito marciano que cayó sobre la Tierra, en la Antártida, hace 13.000 años y que fue descubierto en 1984. (Este meteorito fue bautizado como *AHL-84001*, siendo AHL las iniciales de *Allan Hills*, las montañas *Allan* de la Antártida donde se descubrió). La noticia fue primera página en la prensa española: "Huellas de vida en Marte"⁸¹, "Hallado el primer indicio de vida extraterrestre"⁸², titulaba *El País*.

Muchos científicos se declararon entonces escépticos ante este descubrimiento, pues la muestra de suelo de Marte que la nave *Viking* analizó en los años setenta había dado como resultado la completa ausencia de compuestos orgánicos. El meteorito, en cambio, contenía las moléculas orgánicas llamadas *hidrocarburos policíclicos aromáticos*, en siglas *PAH*. Supuestamente, el impacto de un asteroide en Marte hace unos 15.000 años había arrancado la roca de la superficie marciana, cuya formación se remonta a la del propio planeta que se debió de formar hace 4.500 millones de años cuando se enfriaron las columnas de lava en Marte.

Otros científicos recelaban convencidos de que este espectacular anuncio de la NASA podría estar dirigido a obtener financiación para futuras misiones y recuperar un prestigio que la agencia espacial norteamericana no tiene desde que finalizara el programa *Apollo*. (El último viaje tripulado a la Luna tuvo lugar el 7 de diciembre de 1972: fue el *Apollo 17*, comandado por el astronauta Eugene Cernan).

De confirmarse este resultado "Tendríamos que repasar con ojos muy críticos para encontrar hallazgos en la historia de la humanidad de una significación comparable", apuntaba el astrofísico Carlos Eiroa, de la Universidad Autónoma de

Madrid en una información titulada “La cita de la biología y la astronomía”⁸³. En julio de 1998, sin embargo, la prensa informaba de que los supuestos rastros biológicos eran, en realidad, restos de procesos geológicos de alta temperatura. Aun así, el debate continúa.

También fueron noticia otros meteoritos que cayeron en distintos lugares del planeta, uno de ellos rompía el parabrisas de un coche que circulaba por la carretera N-IV, en Getafe (Madrid).

En 1995, el proyecto SETI, que busca vida extraterrestre a base de registrar con radiotelescopios señales que pueda haber emitido una hipotética civilización extraterrestre, concluía, para nuestra decepción: “Los hornos microondas mandan señales al espacio, los extraterrestres no”⁸⁴. Pero se prosigue con la búsqueda, pues tan inquietante es saber con certeza que estamos solos en el Universo como descubrir que no es así.

2.13. LOS PERCANCES DE LA MIR Y

LA ESTACIÓN ESPACIAL INTERNACIONAL

Durante el verano de 1997, un tema espacial nos mantuvo en vilo. El 26 de junio de ese año, la estación espacial rusa *Mir* (que en ruso significa “paz”) ocupaba la primera página de los grandes periódicos de todo el mundo, incluida la prensa española. El día anterior se había producido un accidente en la estación, al chocar durante una maniobra la nave de carga *Progress M-34* contra el módulo *Spektr* y despresurizarlo. Pero los percances habían comenzado ya en febrero de ese año, cuando se produjo un incendio a bordo de la estación, y aun antes, en noviembre de 1996, cuando se averió el aparato de reciclaje de residuos orgánicos.

Varias razones justificaban la expectación creada ante tales accidentes: en primer lugar, peligraba la vida de los tres astronautas a bordo; en segundo lugar, existía el riesgo de pérdida de control de una nave situada a 400 km de altura y de grandes dimensiones (sólo el módulo central mide 13 m de largo x 4 m de ancho y pesa 20 toneladas); y por último, en la *Mir* se han invertido miles de millones de rublos.

En *El País*, Rodrigo Fernández firmaba la mayoría de las crónicas enviadas desde Moscú, mientras que Juan Cierco lo hacía para *Abc*. “La nave del miedo. La vida en la estación aerospacial ‘Mir’ después de su enésimo accidente”⁸⁵ y “‘Mir’, muerte programada”⁸⁶, titulaba el primero. El segundo, aludiendo a la destrucción paulatina de esta estación, que en principio deberá caer en el año 2000, titulaba “‘MIR’. El principio del fin” y “Agónica cuenta atrás”⁸⁷.

Este *mecano* espacial, según denominación de Luis Ruiz de Gopegui⁸⁸, ex director de los programas de la NASA en España, fue lanzado al espacio en 1986, hace trece años, aunque fue diseñado para durar tres. Es un centro de operaciones y laboratorio colocado en órbita terrestre de baja altitud y que se caracteriza por su gran versatilidad, al poder acoplársele diferentes módulos dedicados a investigaciones biomédicas y astrofísicas, principalmente.

Rodrigo Fernández comentaba en una crónica titulada “Los astronautas de la ‘Mir’ reciben una nave con regalos y provisiones de la Tierra”⁸⁹ que la solución para financiar la astronáutica rusa está en vender más espacios para publicidad en órbita. En enero de 1993, llevaron una partida de 25 relojes *Omegas* a la *Mir* que fueron puestos a la venta más tarde en la sede de esta marca, en Biel (Suiza). *Pepsi-Co* pagó 600.000 dólares (90 millones de pesetas) por un vídeo filmado en 1996 y una marca de leche israelí pagó otros 70 millones por un anuncio espacial.

La *Mir* ha estado utilizándose como banco de pruebas para la futura *Estación Espacial Internacional*, cuyo primer módulo se puso en órbita en 1998, como se informaba en titulares de prensa, ocupando primeras páginas: “1998: Odisea en el espacio. Empieza la construcción de la estación internacional”⁹⁰. “Primer ladrillo de EE.UU. en la estación internacional”⁹¹, que se acompañan de otros como “Rusia aprovecha el éxito del lanzamiento de la Estación Espacial para resucitar su ‘orgullo’”⁹² y “Moscú se resiste a la muerte de la ‘Mir’”⁹³.

Construida conjuntamente por 16 países, la sucesora de la *Mir* se llama ahora *ISS* (siglas en inglés de *Estación Espacial Internacional*), una vez desechados los nombres de los antiguos proyectos *Freedom* y *Alfa*. La Estación, con un tamaño similar a un

estadio de fútbol (108 m de longitud x 74 m de anchura), que hará que sea visible sin telescopio, estará completa supuestamente en el año 2003 o 2004 y, al menos, se mantendrá activa hasta el año 2014.

El 20 de noviembre de 1998 se situó en órbita el módulo de control *Zarya* ("amanecer", en español). El 3 de diciembre, seis astronautas a bordo del transbordador *Endeavour* desplegaron el módulo *Unity*, el primer segmento de la NASA para esta Estación, en lo que fue el primer montaje en órbita de esta estación, que un periódico ha bautizado "el mejor campamento en órbita"⁹⁴. A mediados de 1999 debían llegar los tres primeros astronautas. El laboratorio europeo de esta estación se llamará *Columbus* (COF, *Columbus Orbital Facility*), que estará disponible a partir del 2002.

2.14. HIELO EN LA LUNA, OCÉANOS EN EUROPA Y AGUA EN EL UNIVERSO

Tras la noticia del meteorito, llegaron las polémicas noticias en torno al hielo en la Luna. Al ser el agua, supuestamente, un requisito previo para la vida, su presencia en cualquiera de sus formas en planetas o satélites es un posible indicador de la existencia de organismos vivos en el pasado e incluso hoy en día⁹⁵.

En diciembre de 1996 se anunció que había indicios de la existencia de agua helada en la Luna, según los datos obtenidos en 1994 por la nave *Clementine* (ya en 1995 se anunciaba "Agua helada en el polo sur de la Luna"⁹⁶). En enero de 1998 llegaba a nuestro satélite la sonda *Luna Prospector*, la primera nave desde la última misión de las *Apollo* en 1972. Uno de sus objetivos era confirmar o descartar indicios de la presencia de agua en forma de hielo acumulado en cráteres polares. La confirmación aparecía en la prensa el 6 de marzo, siendo la noticia más importante destacada en la primera página de los diarios españoles. *El País*, por ejemplo, dedicó gran atención al tema, que fue objeto de primera página durante tres días consecutivos con titulares como "Los cráteres de la Luna tienen millones de toneladas de agua"⁹⁷, "El hallazgo de agua resucita la fiebre por colonizar la Luna"⁹⁸, "La Luna contiene agua suficiente para mantener 2.000 colonizadores durante un siglo"⁹⁹ y "Un

chalé en la Luna"¹⁰⁰, este último título del reportaje central del domingo. Una viñeta humorística de Romeu¹⁰¹ también se hacía eco de la noticia y uno de sus personajes se preguntaba con pesimismo ecológico que cuánto tardaríamos en dejar el agua de la Luna como la del Mar de Aral, la del Mediterráneo, la del Báltico, ... En busca de "Un oasis en la Luna"¹⁰², la NASA vuelve a nuestro satélite, tras 25 años de ausencia, con la sonda *Luna Prospector*, lanzada el 7 de enero de 1998. Nueve meses después, *Abc* titulaba "La Luna contiene dos mil veces más agua que el mayor embalse español"¹⁰³. Eran los primeros datos científicos de la *Luna Prospector*, recogidos en la mayoría de los periódicos: "En los polos de la Luna puede haber hasta tres mil millones de toneladas de agua helada"¹⁰⁴.

Agua y hielo en abundancia también parece haber, según las imágenes enviadas por la nave espacial *Galileo*, en *Europa*, uno de los 16 satélites de Júpiter. "¿Icebergs en una luna de Júpiter?"¹⁰⁵ y "La sonda Galileo descubre indicios de vida en Europa, una de las lunas de Júpiter"¹⁰⁶, titulaban los periódicos en 1997. Para confirmar la existencia de este océano, el primero que se descubre desde que Núñez de Balboa descubrió el Pacífico¹⁰⁷, *Europa* será el destino de futuras misiones espaciales. Así lo vienen recogiendo titulares de prensa de los últimos años. Y como concluía un artículo de *Abc*, "Todo indica que la NASA está preparando su desembarco en Europa"¹⁰⁸. El astrofísico Javier Armentia, director del Planetario de Pamplona, hacía en un artículo titulado "Las incógnitas de Europa" el siguiente comentario al respecto:

...todo el mundo se maravilla hoy de la posibilidad de la vida en Europa sin recordar que esto ya se apuntó hace casi veinte años. ...Nos deberíamos, por tanto, preguntar por qué ahora el tema de la vida en otros mundos se ha convertido en noticia continua. Me inclino a pensar que no es algo casual, sino que responde a una estrategia que permitirá que las misiones espaciales no se frenen en esta época de importantes reducciones presupuestarias, especialmente en Estados Unidos. De la misma manera que en los años sesenta fue el afán político de Kennedy de 'ganar' una carrera a los soviéticos, el principal motor de la llegada de humanos a la Luna, ahora lo que vende es la búsqueda de otros seres vivos. A las puertas del nuevo milenio, la humanidad sueña con otros iguales más allá de nuestro planeta. Esa nueva epopeya, de colonización y búsqueda, cuidadosamente presentada ante la opinión pública con una incesante y atractiva lluvia de noticias 'buenas' sobre el espacio, va a marcar los próximos años. Y de paso, permite que los fallos, como los problemas del vuelo del *Columbia* del fin de semana pasados, que obligarán a demorar unos siete meses la puesta a punto de la estación espacial *Alfa*, se olviden ante tanta fascinación. Es el *marketing* de nuestro tiempo, aplicado al desarrollo científico, el signo de los tiempos. Por eso, tampoco es cosa de rasgarnos las vestiduras. ¿Que la vida extraterrestre vende? Pues aprovechémonos, que es por una buena causa¹⁰⁹.

Agua en el Universo hay, y en abundancia, como se ha puesto de manifiesto últimamente: “El telescopio espacial ISO investiga la historia cósmica del agua”¹¹⁰ y descubre que “hay vapor de agua en todos los rincones de la galaxia”¹¹¹, según resume en un titular el astrónomo José Cernicharo, del Instituto de Estructura de la Materia del CSIC, en Madrid.

2.15. EL SATÉLITE ESPAÑOL MINISAT Y LOS ASTRONAUTAS ESPAÑOLES

Las noticias del espacio nos *tocan* cada vez más de cerca al público español. No sólo porque participamos con instrumentación científica a bordo de satélites internacionales (como en el *ISO* y el *SOHO*, ya lanzados, o en el *FIRST* y *PLANCK*, en proyecto), sino también porque enviamos nuestros propios satélites científicos, como el *Minisat 01*, de fabricación española, dentro de un programa del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA). Este satélite fue lanzado al espacio el 21 de abril de 1997 mediante un cohete *Pegasus* y desde un avión *Lockheed Tri-Star* que despegó de la Base de Gando, en Gran Canaria.

Este satélite llevaba cuatro experimentos a bordo, dos de ellos para estudios astronómicos. Sus resultados también han ocupado sus merecidas páginas en los periódicos. Tras cien días en órbita se destacaba en titulares uno de sus resultados científicos: “El satélite español ‘Minisat’ confirma la baja cantidad de gas en el Sistema Solar”¹¹².

Previamente al lanzamiento del *Minisat*, estuvimos pendientes del transbordador espacial *Columbia*, cuyo despegue, hasta siete veces retrasado por causas técnicas y meteorológicas, y aterrizaje, el 5 de noviembre de 1995 (tras 15 días de vuelo), fueron noticia reiterada a finales de 1995. A bordo iba el astronauta Michael López Alegría, siendo la primera misión “con sangre española” entre la tripulación: “Aterrizaje la ‘Columbia’ con el astronauta de origen español López-Alegría”¹¹³.

En 1998, los medios de comunicación dedicaron mayor atención aún al primer vuelo espacial de Pedro Duque, el primer astronauta español en órbita. “Duque ya está en

el espacio”¹¹⁴ fue titular de primera página. En esta hazaña, sin embargo, “nuestro” astronauta tuvo que compartir protagonismo con el veterano astronauta estadounidense John Glenn, quien soportó sin problemas los efectos de la ingravidez en el espacio pese a sus 77 años¹¹⁵.

Cuando a los niños se les pregunta: “¿Qué quieres ser de mayor?”, muchos contestan que desean ser astronautas. Decía el Prof. Ramón Pascual en *La Vanguardia*, “Desde el primer lanzamiento del transbordador espacial, nunca los medios de comunicación españoles han dado tanta importancia a un vuelo (sin accidente) como lo han hecho en esta ocasión. La razón es que, por primera vez, un astronauta español forma parte de la tripulación”¹¹⁶.

2.16. MARTE Y LA PATHFINDER

Los percances espaciales siempre son noticia. La exploración de Marte ha ocupado primeras páginas en varias ocasiones, algunas precisamente por sus fracasos.

El 18 de noviembre de 1996, *El País* titulaba en primera página: “Fracasa el viaje ruso a Marte”. La nave espacial rusa *Mars 96* había sido lanzada desde el cosmódromo de Baikonur, en las estepas de Kazajstán (Rusia), desde donde el 4 de octubre de 1957 los rusos pusieron en órbita el primer *Sputnik*. Pero esta vez la misión, que era internacional (en ella participaban una veintena de países, entre ellos España) no estuvo coronada por el éxito: la nave quedó atrapada en la órbita terrestre y no pudo emprender su camino hacia Marte.

“Marte ha acumulado una larga lista de misiones fallidas desde que, en 1960, estadounidenses y soviéticos empezaran a enviar naves espaciales allí: de las 26 misiones emprendidas, 18 acabaron en fracaso total o parcial”¹¹⁷. Esto se decía antes de que se produjera el fracaso número 19.

Este desastre fue precedido de la pérdida misteriosa de la nave *Mars Observer*, lanzada tres años antes (el 21 de agosto de 1993), sobre la que hubo hasta sospechas de sabotaje. Todo parecía indicar que, como decía Luis Ruiz de Gopegui en una

entrevista, “Marte es un planeta con mala suerte”¹¹⁸ (si bien este científico se refería con ello a la fragilidad del planeta).

El 7 de noviembre de 1996 se lanzó con éxito la nave *Mars Global Surveyor*, también conocida por sus siglas MGS, la cual debía observar el clima del planeta rojo.

Por último llegó la sonda *Mars Pathfinder*, lanzada el 4 de diciembre de 1996 y que sí encontró el camino, como su propio nombre indica. Exactamente el 4 de julio de 1997 (programado intencionadamente para hacerlo coincidir con la fiesta de Independencia en Estados Unidos) llegó a Marte. Allí, en el llamado *Ares Vallis*, dejó caer un pequeño vehículo todoterreno llamado *Sojourner* que durante varios días transmitió datos e imágenes. La prensa recogió diariamente, algunas veces en primera página, otras en amplios reportajes centrales e incluso en editoriales - “Retorno a Marte”¹¹⁹- y artículos de opinión, como “Mirar al cielo”¹²⁰, de Juan-Manuel García Ramos, las novedades que se iban produciendo en la superficie marciana: “El todoterreno de la ‘Mars Pathfinder’ ya se pasea por Marte”¹²¹. Hasta hubo viñetas cómicas dedicadas al evento. Por algo se trataba de la primera visita terrestre en más de 20 años al planeta rojo.

Sin embargo, como decía un titular, “Al ‘Pathfinder’ le faltó un cepillo”¹²² para limpiar la superficie de las rocas que se iban a analizar antes de acercar el espectrómetro, aunque el primer objetivo era ensayar nuevas tecnologías de la propia sonda interplanetaria, cuya misión duró tres meses más de lo previsto.

Pathfinder y *Sojourner* obligaron a poner nombre a la orografía marciana que iban descubriendo. “Quién es quién en Marte”¹²³ era el titular de un reportaje de Alicia Rivera en *El País* sobre estos bautizos:

Con la misma pasión de los exploradores y descubridores de siglos pasados, los científicos de Mars Pathfinder van bautizando los rasgos del mundo desconocido que encuentran, esta vez en otro planeta. Y los nombres elegidos ahora también se ajustan al entorno cultural del momento, de modo que, en lugar de santos y monarcas, las piedras y las montañas de Marte que han adquirido, por ejemplo, nombres arrancados de la televisión. “Los nombres nos sirven para entendernos entre nosotros eficazmente”, comentó desde el primer momento Matthew Golombek, el científico jefe de la misión. Las fotografías panorámicas tomadas por la nave se han ido llenando de papelitos adhesivos con los nuevos nombres de las rocas.

No ha faltado un héroe popular fallecido de la exploración planetaria para bautizar un elemento clave de la misión: desde hace una semana, el módulo *Mars Pathfinder* se llama *Carl Sagan*, como el científico recientemente fallecido."¹²⁴

La primera roca analizada fue bautizada como *Barnacle Bill* (*Bill el Percebe*). Supimos por los periódicos del choque del robot todoterreno con la roca marciana *Yogi* (llamada así por tener forma de un oso durmiendo), siguiendo los bautizos de personajes de dibujos animados o de comics (otros fueron *Casper*, *Scoobie Doo*, *Twin Peaks*, ...). También pudimos contemplar en la prensa, aunque en blanco y negro, una puesta de Sol diferente, la que se ve desde Marte.

Después de la *Mars Pathfinder*, la nave interplanetaria dirigida hacia Marte ha sido la *Planet B*, la primera misión japonesa con destino a este planeta, lanzada el 4 de julio de 1998.

"La invasión de Marte. EEUU reanuda hoy la exploración del Planeta Rojo"¹²⁵, titulaba *Abc* al iniciarse la segunda fase del actual programa de exploración marciana de la NASA, la cual comprendía dos naves: *Mars Climate Orbiter* (lanzada el 11 de diciembre de 1998) y *Mars Polar Lander* (lanzada el 3 de enero de 1999). La primera de estas misiones fue primera página de los periódicos al haberse perdido en septiembre de 1999 por un error de cálculo que confundió libras con kilogramos y millas con kilómetros.

2.17. LAS EXPLOSIONES DE RAYOS GAMMA

Las *explosiones de rayos gamma* son noticias astronómicas de actualidad científica en los últimos años y, por consiguiente, con repercusión en los medios de comunicación. Si bien se conocen desde los años sesenta, es ahora, al haber detectado su contrapartida óptica -lo que permite saber la distancia a la que están y, por tanto, su descomunal energía-, cuando realmente se ha puesto de manifiesto el interés de los científicos por entender estos enigmáticos fenómenos. La primera vez que se observó una explosión de rayos gamma en el rango visible fue con el telescopio "William Herschel", del Observatorio del Roque de los Muchachos, y así lo recogían los titulares de prensa: "Un telescopio de La Palma obtiene la primera fotografía de una erupción de rayos gamma"¹²⁶.

Designadas por las letras *GRB* (siglas de *Gamma Ray Bursts*), seguidas de la fecha de observación, estas explosiones son las más violentas que se observan en el Universo, desde la supuesta del *Big Bang*. Así lo recogen los titulares de algunos periódicos: "Detectada la mayor explosión cósmica jamás vista desde el origen del Universo"¹²⁷ y "Seis telescopios observan la más violenta explosión en el universo desde el Big Bang"¹²⁸.

A pesar de su espectacularidad, que supera incluso a la de las *supernovas* –de hecho se ha sugerido que proceden de las *hipernovas*, más energéticas–, no se sabe qué puede producirlas, sobre todo porque aparecen en el Universo de forma aleatoria y apenas duran unos segundos. De ahí la dificultad para su estudio. Varios telescopios y otras instalaciones científicas de los Observatorios del IAC han seguido algunas de estas *explosiones de rayos gamma*.

2.18.

LA AMENAZA DE LOS ASTEROIDES Y LA BASURA ESPACIAL

En 1992 la prensa española advertía de que el asteroide denominado *Tutatis* podría chocar con la Tierra, originando un cataclismo, el 26 de septiembre del año 2000, aunque este asteroide ya pasó sin pena ni gloria en la madrugada del 8 de diciembre de 1992.

El 8 de marzo de 1998, la prensa alarmaba a los lectores con titulares como "Ícaro amenaza a la Tierra"¹²⁹. "Si un día la fuerza de la gravedad no le permitió desplazarse por el cielo, 'Ícaro' vuelve ahora para vengarse"¹³⁰. Éste era el reflejo de los temores de algunos astrónomos de que este asteroide, de kilómetro y medio de diámetro y centenares de millones de toneladas, que se desplaza a una velocidad de 70 km/s, choque con la Tierra en el verano del año 2006, inspirando así una saga de películas del género de la ciencia ficción. El escritor y periodista Manuel Vicent también le dedicó una columna titulada sin más "Asteroide"¹³¹.

Cuando aún se estaba desmintiendo esta noticia -“No hay peligro de asteroides”¹³², decía un titular que recogía declaraciones del astrofísico Mark Kidger-, el 13 de marzo de ese mismo año la prensa española volvía a publicar titulares como “¿Hará la Tierra de diana?”¹³³, “Un asteroide podría impactar contra la Tierra en el año 2028, según astrónomos de EE.UU.”¹³⁴, “Un asteroide pasará muy cerca de la Tierra dentro de 30 años”¹³⁵, ... Se hacían eco así del anuncio de la Unión Astronómica Internacional de que el asteroide bautizado 1997-XF₁₁ pasaría a 41.000 kilómetros de la Tierra el 26 de octubre del 2028, no descartándose un choque catastrófico. De nuevo se trataba de una falsa alarma provocada por los astrónomos y desmentida al día siguiente: “Nuevos cálculos alejan de la Tierra el paso del asteroide”¹³⁶. “¿Por qué se hizo el comunicado a la prensa antes de presentar los datos y consultar con los colegas?”¹³⁷, se cuestionaba en una información. Ante este precipitado anuncio, que hizo cundir el pánico innecesariamente entre la opinión pública, la NASA ha recomendado que, para dar tiempo a que se revisen los datos, los astrónomos mantengan en secreto durante al menos 72 horas cualquier descubrimiento de cometas o asteroides que amenacen a la Tierra.

En cualquier caso y teniendo en cuenta que parece confirmarse que un asteroide ayudó a exterminar a los dinosaurios, no está de más permanecer en alerta y seguir con la búsqueda sistemática de NEOs (*Objetos cercanos a la Tierra*), que ya comentamos en la Segunda Parte.

Otro peligro, de interés en esta década para la prensa, lo constituye la denominada *basura espacial*¹³⁸, entendiéndose por ella cualquier objeto artificial en órbita alrededor de la Tierra que ya no esté operativo (restos de satélites y cohetes, principalmente). “Basura espacial, una constante amenaza”¹³⁹, “Un anillo de chatarra espacial rodea a la Tierra”¹⁴⁰, “Los expertos advierten sobre el peligro de ensuciar las órbitas”¹⁴¹. Para el seguimiento y catalogación de esta basura espacial se ha destinado parte del uso del telescopio de la *Estación Óptica Terrestre* que la ESA ha instalado en el Observatorio del Teide para la comunicación entre satélites (también utilizado con fines astrofísicos). Así lo anuncia la prensa: “La ESA encarga al Instituto Astrofísico de Canarias catalogar la basura espacial”¹⁴².

“Actualmente -informa el astrofísico Miquel Serra-Ricart, Administrador del Observatorio del Teide y responsable científico de este proyecto- se conoce la existencia de unos 10.000 objetos en órbita con diámetros superiores a 10 cm, detectados tanto con radares como en observaciones con telescopios ópticos. Esta población crece a un ritmo de unos 200 objetos por año”¹⁴³. Debido a tan densa población de objetos en órbita, el riesgo de colisión con misiones espaciales es considerable (en julio de 1996 se producía un choque entre un satélite espía francés y los restos de un cohete *Ariane*¹⁴⁴), y puesto que la limpieza del espacio es imposible, tanto técnica como económicamente, lo único que puede hacerse es, al menos, tener localizados estos restos para su mejor control.

2.19. LOS GRANDES TELESCOPIOS

Ya lo anunciaba este titular de 1993: “Telescopios del tamaño de la Tierra”¹⁴⁵. Aunque en este caso se refería a los radiotelescopios y, en concreto, a la *interferometría* (sincronización de varias antenas separadas por miles de kilómetros para ganar en resolución) que puede hacerse con ellos.

La década de los noventa ha sido más prolífica, sin embargo, en noticias relacionadas con los proyectos de grandes telescopios ópticos terrestres, con diámetros de entre 8 y 10 metros. Algunos de ellos ya se encuentran en funcionamiento, como los dos *Keck*¹⁴⁶, de Hawai, el *Subaru*¹⁴⁷ japonés y el *VLT (Very Large Telescope)*¹⁴⁸, de Chile, formado por cuatro telescopios, el *Hobby-Eberly* de Texas y uno de los *Gemini*, el del Hemisferio Norte, en Mauna Kea. Con motivo de la “primera luz” de uno de éstos, un periódico titulaba, usando una prosopopeya habitual, “El nuevo telescopio europeo abre los ojos”¹⁴⁹, mientras que otro situaba a “Europa en la cima de la astronomía”¹⁵⁰. También empiezan a anunciarse los primeros resultados de estos grandes telescopios resumidos en el siguiente titular: “Nueva luz sobre el universo recóndito”¹⁵¹.

De gran interés en la prensa española y, especialmente en la prensa canaria, ha sido y es el *Gran Telescopio Canarias (GTC)* (son sus siglas), que se instalará a comienzos del nuevo milenio en el Observatorio del Roque de los Muchachos, en la isla de La Palma. Financiado conjuntamente por el Gobierno Español y el Gobierno Autónomo,

con participación de socios internacionales, éste es un proyecto que no ha dejado de ser noticia a lo largo de la década de los noventa. El Instituto de Astrofísica de Canarias tiene archivados más de 500 recortes de prensa relacionados con este proyecto, que ha dado lugar a titulares como "Canarias, mirador del océano cósmico"¹⁵².

He aquí algunos titulares: "Primeros pasos del supertelescopio español del 2000 que debería instalarse en el Roque de los Muchachos (La Palma)"¹⁵³; "El Comité Asesor de Grandes Instalaciones Científicas aprueba el proyecto de Gran Telescopio de Canarias (GTC)"¹⁵⁴; "El Gobierno está 'firmemente' comprometido en el gran telescopio"¹⁵⁵, "El telescopio gigante español para el observatorio de Canarias consigue el aval científico de expertos mundiales"¹⁵⁶.

Cuanto más grande es un telescopio, más luz recibe, lo que le permite ver objetos cada vez más débiles y más lejanos. A modo de ejemplo, y como decía el astrofísico José Miguel Rodríguez Espinosa en un titular sobre el GTC "El telescopio gigante distinguirá desde Canarias dos árboles en Madrid"¹⁵⁷, o como titulaba *El Mundo*: "El telescopio canario podrá distinguir una hormiga a 15 kms"¹⁵⁸. De ahí la confianza en que esta nueva generación de "colosos" revolucionarán la astronomía obteniendo resultados espectaculares e, incluso, inesperados.

2.20. EL TERCER MILENIO Y LOS FENÓMENOS MILENARISTAS

En muchos medios de comunicación y a medida que se acerca el año 2000 se está cometiendo el error de considerar este año de números redondos como el primero del siglo XXI, olvidando además que no todo el mundo se rige por el mismo calendario. Pero este siglo -el XXI- y el tercer milenio de la era Cristiana no comienzan en el año 2000 (que será el último año del siglo XX), sino el 1 de enero del 2001. La razón es que en el cómputo de nuestro calendario (años después de Cristo) no hubo Año 0 (del 1 a.C. se pasa al 1 d.C.).

El científico y escritor Arthur C. Clarke, uno de los padres de la ciencia ficción y de los satélites artificiales, conocía muy bien este hecho cuando tituló su novela más conocida (convertida en película por Stanley Kubrick) como *2001, una Odisea del Espacio*. Según el astrofísico Juan Antonio Belmonte, “la controversia viene provocada por el especial encanto que la numerología despierta en amplios sectores de la sociedad pues, en general, resulta mucho más atractivo comenzar un año cambiando 4 cifras (de 1999 a 2000) que cambiando una sola cifra (de 2000 a 2001)”¹⁵⁹.

El Defensor del Lector de *El País* (Francisco Gor) aclaraba la situación en un artículo titulado “Tercer milenio”¹⁶⁰ y finalizaba diciendo: “Otra cosa es que el año 2000 -una cifra redonda y sonora y, por tanto, muy periodística- se convierta en la referencia informativa de los múltiples significados y expectativas asignados al cambio de milenio”¹⁶¹: “Faltan mil días para el mítico año 2000”¹⁶². Además, el año 2000 será bisiesto¹⁶³ y llevará asociado algo de tragedia: el caos informático provocado por los nuevos dígitos: el “Virus del milenio”¹⁶⁴, por el que los ordenadores no sabrán distinguir en teoría entre el año 2000 y el 1900.

Los fenómenos milenaristas también resucitan coincidiendo con el final de la década y del milenio. El oportunismo es evidente y los medios de comunicación en especial no deberían hacer el juego, como de hecho sucede en algunos casos, a los que se aprovechan de la ocasión para, en su propio beneficio, atemorizar y engañar a la sociedad.

NOTAS

¹ Documentación facilitada por el investigador del IAC José Miguel Rodríguez Espinosa.

² También se aclara en estas páginas la confusión en torno a cuándo acaba el siglo, lo que coincide con el final de la verdadera década de los noventa, es decir, en el año 2000, y cuándo empieza realmente el tercer milenio, que será en el año 2001.

³ *El País*, 4/2/96.

⁴ *La Vanguardia*, 18/12/98.

⁵ *El País*, 13/4/97.

⁶ La noticia de este descubrimiento fue primera página en *El País*, 10/4/97. La galaxia fue descubierta en la constelación de *Antlia* (de ahí su nombre), en el Hemisferio Sur. Un grupo liderado por el investigador del IAC Antonio Aparicio realizó el primer estudio detallado de esta galaxia enana.

⁷ *Abc*, 4/10/96.

⁸ *El País*, 28/1/96.

⁹ *Abc*, 8/8/98.

¹⁰ La secta tenía una página en Internet donde se explicaban sus planes, que además se dejaron en vídeo.

¹¹ Con el título original *A Brief History of Time. From the Big Bang to Black Holes* (Una Breve Historia del Tiempo. Desde el Big Bang a los Agujeros Negros), fue publicada en 1988.

¹² *El País*, 11/2/98.

¹³ En esta etapa destaca la intensa campaña de información y divulgación del gabinete de comunicación del *STScI* (*Space Telescope Scientific Institute*), de Baltimore (Estados Unidos).

¹⁴ *El País*, 22/2/98.

¹⁵ *El País*, 9/6/99.

¹⁶ *La Vanguardia*, 7/4/90.

¹⁷ *IAC Noticias*, N. 2-1996. Págs. 36-37.

¹⁸ *Abc*, 26/8/97.

¹⁹ **VÁZQUEZ ABELEDO, Manuel.** *La historia del Sol y el cambio climático.* Serie McGraw-Hill de Divulgación Científica. Madrid, 1998.

²⁰ *El Mundo*, 27/9/98.

²¹ *Abc*, 29/8/97

²² *El País*, 26/9/94.

²³ *El País*, 28/5/98.

²⁴ *La Provincia*, 18/2/98.

²⁵ *EL Día*, 20/2/98.

²⁶ *Diario 16*, 7/6/92.

²⁷ *Abc*, 23/2/96.

²⁸ *El País*, 9/19/96.

²⁹ *El País*, 3/12/91.

³⁰ *El País*, 19/6/93.

³¹ *El País*, 30/4/92.

³² *Ibidem.*

³³ *Canarias 7*, 23/9/98.

³⁴ *Diario de Avisos*, 8/8/98.

³⁵ *El País*, 7/1/98.

³⁶ *Abc*, 16/4/93.

³⁷ *Jornada Deportiva*, 1/4/93.

³⁸ *El País*, 2/4/93.

³⁹ *Diario 16*, 4/4/93.

⁴⁰ Realmente, la muerte de la estrella en forma de supernova se produjo hace más de 12 millones de años, el tiempo que tardó en llegar hasta nosotros la intensa luz de esa violenta explosión.

⁴¹ *El País*, 16/7/94.

⁴² *El Periódico*, 17/7/94.

⁴³ *Diario 16*, 16/7/94.

⁴⁴ *Canarias 7*, 19/7/94.

⁴⁵ *El País*, 8/6/93.

⁴⁶ *El Periódico de Zaragoza*, 14/7/94.

⁴⁷ *La Vanguardia*, 18/7/94.

⁴⁸ *La Voz de Asturias*, 21/7/94.

⁴⁹ *El País*, 18/7/94.

⁵⁰ *Diario 16*, 18/7/94.

⁵¹ *Abc*, 20/7/94.

⁵² *El País*, 8/7/92.

⁵³ *Abc*, 26/11/98.

⁵⁴ *Ibidem.*

⁵⁵ *Abc*, 28/7/94.

⁵⁶ *El País*, 10/12/97.

⁵⁷ *El País*, 10/12/97.

- ⁵⁸ *Abc*, 12/6/98.
- ⁵⁹ *El País*, 6/6/98.
- ⁶⁰ *Abc*, 12/6/98.
- ⁶¹ *La Provincia*, 17/10/84.
- ⁶² *El País*, 16/1/92.
- ⁶³ *El País*, 15/3/95.
- ⁶⁴ *El País*, 29/11/95.
- ⁶⁵ Michel Mayor y Geoffrey Marcy fueron entrevistados para *IAC Noticias* con motivo del congreso sobre "Enanas marrones y planetas extrasolares", organizado por el IAC y celebrado en Tenerife del 17 al 21 de marzo de 1997. Véase el capítulo dedicado a la nomenclatura de planetas.
- ⁶⁶ *Abc*, 20/10/95.
- ⁶⁷ *El Mundo*, 21/10/95.
- ⁶⁸ *El País*, 21/1/96.
- ⁶⁹ *Abc*, 5/6/98.
- ⁷⁰ *Ibidem*.
- ⁷¹ *El País*, 9/12/95.
- ⁷² *El País*, 10/12/95.
- ⁷³ *Abc*, 10/10/97.
- ⁷⁴ **GIBILISCO, Stan.** *Cometas, meteoros y asteroides. Cómo afectan a la Tierra.* (Comets, meteors, and asteroids: how they affect earth). Trad. por José Meseguer. McGraw W-Hill/Interamericana de España. Madrid, 1991. Pág. 129.
- ⁷⁵ *Abc*, 22/3/96.
- ⁷⁶ *El País*, 25/3/96.
- ⁷⁷ *Diario de Avisos*, 6/2/98.
- ⁷⁸ Fuente: Texto del cartel del IAC sobre cometas, redactado por Itziar Anguita.
- ⁷⁹ *El País*, 9/6/96.
- ⁸⁰ *El Mundo*, 6/6/96.
- ⁸¹ *El País*, 8/8/96.
- ⁸² *Ibidem*.
- ⁸³ *El País*, 8/8/96.
- ⁸⁴ *El País*, 3/6/95.
- ⁸⁵ *El País*, 29/6/98.
- ⁸⁶ *Ibidem*.
- ⁸⁷ *Abc*, 10/8/98.
- ⁸⁸ *El País*, 29/6/97.
- ⁸⁹ *El País*, 6/10/97.
- ⁹⁰ *Abc*, 19/11/98.
- ⁹¹ *Abc*, 3/12/98.
- ⁹² *El País*, 21/11/98.
- ⁹³ *Ibidem*.
- ⁹⁴ *El País*, 20/11/98.
- ⁹⁵ Durante muchas décadas se creyó que la posibilidad de vida en algún miembro de nuestro sistema planetario estaba asociada necesariamente a la existencia no sólo de agua sino también de una atmósfera y luz solar de donde extraer energía. Pero en 1977, investigando en las Islas Galápagos, se descubrieron ecosistemas que existen sin luz solar en las profundidades marinas y que con ayuda microbiana extraen la energía del calor interno de la Tierra. Un ejemplo más cercano lo tenemos en los microorganismos extremos que proporcionan al río Tinto, en Huelva, su color rojizo característico.
- ⁹⁶ *El País*, 1/11/95.
- ⁹⁷ *El País*, 6/3/98.
- ⁹⁸ *El País*, 7/3/98.
- ⁹⁹ *Ibidem*.
- ¹⁰⁰ *El País*, 6/3/98.
- ¹⁰¹ *El País*, 9/3/98.
- ¹⁰² *El País*, 11/1/98.
- ¹⁰³ *Abc*, 4/9/98.
- ¹⁰⁴ *El Día*, 4/9/98.
- ¹⁰⁵ *El País*, 11/4/97.
- ¹⁰⁶ *Abc*, 11/4/97.
- ¹⁰⁷ Declaraciones de científicos de la NASA recogidas en *El País*, 11/4/97.
- ¹⁰⁸ *Abc*, 22/5/98.
- ¹⁰⁹ *El País*, 13/4/97.
- ¹¹⁰ *El País*, 26/6/96.
- ¹¹¹ *El País*, 11/6/97.
- ¹¹² *Abc*, 1/8/97.
- ¹¹³ *El País*, 6/11/95.
- ¹¹⁴ *El País*, 30/10/98.
- ¹¹⁵ *El País*, 31/10/98.
- ¹¹⁶ *La Vanguardia*, 31/10/98. En este artículo, se aclara que en el *Discovery* hay gravedad: "Tanto el *Discovery* como sus ocupantes están 'cayendo' libremente según una trayectoria circular (debido a que los motores de la nave le dieron una velocidad inicial, como a la

pelota de fútbol) y, por tanto, los tripulantes no se ‘pegan al suelo’ de la nave. Por eso no tienen la sensación de gravedad, pero ‘haberla, hayla’”.

¹¹⁷ *El País*, 18/11/96.

¹¹⁸ *El País*, 11/8/96.

¹¹⁹ *El País*, 6/7/97.

¹²⁰ *Diario de Avisos*, 20/7/97.

¹²¹ *El País*, 7/7/97.

¹²² *El País* 4/3/98.

¹²³ *El País*, 13/7/97.

¹²⁴ *Ibidem*.

¹²⁵ *Abc*, 10/12/98.

¹²⁶ *El País*, 23/4/97.

¹²⁷ *Abc*, 7/5/98.

¹²⁸ *El País*, 7/5/98.

¹²⁹ *La Voz de Galicia*, 8/3/98.

¹³⁰ *Ibidem*.

¹³¹ *El País*, 29/3/98.

¹³² *El Día*, 10/3/98.

¹³³ *El Mundo*, 13/3/98.

¹³⁴ *Abc*, 13/3/98.

¹³⁵ *El País*, 13/3/98.

¹³⁶ *El País*, 14/3/98.

¹³⁷ *Ibidem*.

¹³⁸ En inglés, *Space debris*.

¹³⁹ *Abc*, 25/7/97

¹⁴⁰ *Ibidem*.

¹⁴¹ *El País*, 2/4/97

¹⁴² *Ideal*, 12/1/98.

¹⁴³ Entrevista personal con Miquel Serra-Ricart.

¹⁴⁴ *Abc*, 16/9/96.

¹⁴⁵ *El País*, 7/7/93.

¹⁴⁶ El *Keck I* entró en funcionamiento en 1993 y el *Keck II* en 1996.

¹⁴⁷ Nombre que procede del término japonés para designar a las *Pléyades*.

¹⁴⁸ Estos cuatro telescopios han sido bautizados con nombres mapuches: *Antu*, *Kueyen*, *Melipal* y *Yepun*, que significan “Sol”, “Luna”, “Cruz del Sur” y “Sirio”, respectivamente. *El País*, 7/3/99.

¹⁴⁹ *El País*, 27/5/98.

¹⁵⁰ *Abc*, 22/5/98.

¹⁵¹ *El País*, 2/12/98.

¹⁵² *Abc*, 15/8/97

¹⁵³ *El País*, 21/9/94.

¹⁵⁴ *El País*, 2/12/95.

¹⁵⁵ *El País*, 13/11/97.

¹⁵⁶ *El País*, 13/4/98.

¹⁵⁷ *El País*, 13/4/98.

¹⁵⁸ *El Mundo*, 25/10/98.

¹⁵⁹ Entrevista personal.

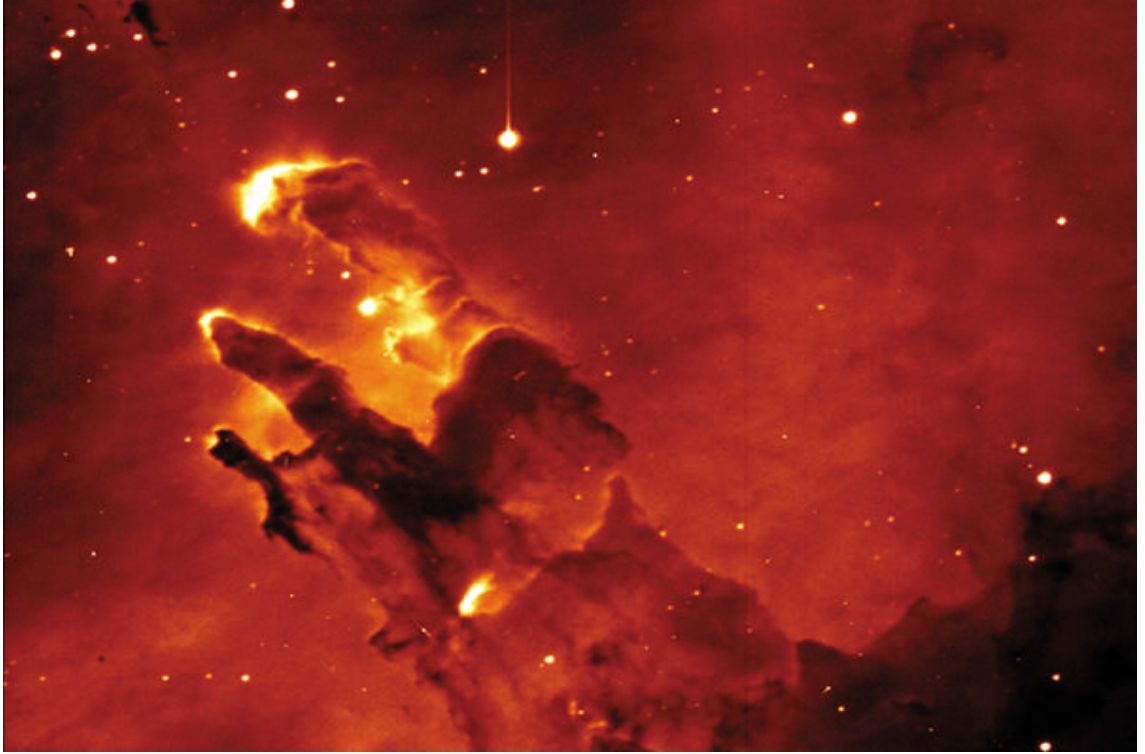
¹⁶⁰ *El País*, 27/7/97.

¹⁶¹ *Ibidem*.

¹⁶² *Diario de Avisos*, 7/4/97.

¹⁶³ Tras la Reforma que el Papa Gregorio XIII impuso en 1582 al Calendario Juliano para subsanar la diferencia entre el año actual, de 365,2425 días, que se fijó entonces, y el que existía de 365,25 días, son bisiestos todos los años divisibles por 4, salvo los divisibles por 100 que, a su vez, no lo sean por 400. Datos facilitados por el Dr. Juan Antonio Belmonte.

¹⁶⁴ *El País*, 8/5/96.



Detalle de la Nebulosa El Águila ó M16.
Imagen obtenida con el telescopio IAC-80, del Observatorio del Teide (Tenerife).
© Miquel Serra-Ricart (IAC).

CONCLUSIONES

La especialización del conocimiento, un proceso inmerso en la historia de la humanidad, define en gran medida a la sociedad del fin del milenio. Si bien es una consecuencia del progreso social, la especialización ha alcanzado un grado tal, que enfrenta a la sociedad con un problema que demanda un urgente esfuerzo de síntesis: la segunda revolución científica, a diferencia de la primera, aún no ha encontrado una respuesta ideológica.

Asimismo, el enfoque multidisciplinar del conocimiento cede terreno al enfoque interdisciplinar y éste, a su vez, al multi-interdisciplinar, realidad compleja que divide a la sociedad y a la que no pueden sustraerse los medios de comunicación. ¿Cómo hacer frente a esta situación desde el periodismo? La respuesta se halla, paradójicamente, en la especialización.

Somos conscientes de la crisis de educación y cultura de nuestro tiempo, del cisma entre ciencia y humanidades, y estamos convencidos de que no hay sociedad sin ciencia ni ciencia sin comunicación. Los resultados de esta tesis reivindican la función social del periodismo científico –junto a la responsabilidad que implica– y justifican, en correspondencia con la práctica diaria de la profesión, el rango académico de esta especialidad.

Hemos basado nuestra investigación en la astronomía (y con ella las especialidades afines), una disciplina clásica y en auge, con gran repercusión social y lo suficientemente representativa como materia científica de interés periodístico: su presencia creciente en los medios de comunicación, reflejada específicamente en los titulares de prensa, así lo demuestra.

A continuación destacamos una serie de aportaciones teóricas y prácticas en forma de conclusiones sobre la realidad del periodismo científico.

- La presencia de noticias científicas en los medios de comunicación, especialmente en la prensa, es cada vez más notoria. Sin embargo, la demanda de este tipo de información por parte de la sociedad sigue siendo mayor que la oferta.
- En 1985 se inicia un crecimiento constante y significativo en el número de noticias científicas en la prensa española, que coincide con la aparición de los suplementos científicos (curiosamente hoy en fase de extinción) de algunos periódicos.
- Los medios de comunicación han desempeñado un papel importante en la divulgación de los principales descubrimientos y acontecimientos astronómicos del siglo XX, especialmente en la última década.
- Después de los temas relacionados con la salud, astronomía, astrofísica y todo lo relativo al Espacio han sido, en los últimos años, el campo científico de mayor repercusión en la prensa española (representada aquí por los diarios *Abc* y *El País*). La astronomía estrecha sus lazos con la biología, y ambas ciencias se implantan como temas de mayor interés general en el próximo milenio.
- El mayor flujo de noticias astronómicas está relacionado con el progreso en ciencia y tecnología. Pensamos que al despegue general de la cobertura de noticias científicas que se produce en 1985 no es ajena la creación del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) y sus Observatorios, inaugurados ese mismo año. También se advierte un incremento importante en consonancia con el avance científico y tecnológico que supone el Telescopio Espacial *Hubble*. Su lanzamiento en 1990 y los resultados con él obtenidos desde entonces han dado lugar al mayor número de noticias científicas durante esta última década en los medios analizados, siendo *Hubble* el término que más se ha repetido en los titulares de prensa.
- La práctica del periodismo científico sigue teniendo muchos problemas, pero la relación entre periodistas y científicos va dejando de ser uno de ellos. Los científicos recomiendan una mayor formación de los periodistas para evitar la

distorsión de las informaciones. Pero lo realmente operativo es que unos y otros interaccionen fluidamente, además de que intercambien información sobre sus respectivas realidades y métodos de trabajo.

- Consecuencia del progreso de la ciencia y la tecnología son también dos nuevas herramientas de gran utilidad para el periodista científico: *Internet*, como distribuidor y fuente de información (con todos sus riesgos inherentes), y la *infografía*, como género periodístico de gran potencial para la información e ilustración de temas científicos.
- Los gabinetes de comunicación de los centros de investigación tienen una función importante que los periodistas científicos reconocen y agradecen. Pero no todos estos gabinetes cumplen su objetivo y algunos incluso llegan a entorpecer el necesario contacto entre periodistas y científicos.
- La creación de nuevos términos o neologismos científicos ha sido un privilegio propio de las sociedades con un alto nivel científico-técnico, asociado al control del poder político y económico. En astronomía y desde la síntesis cultural de Alfonso X el Sabio, quien eligió el castellano en su obra científica pese a su escasa difusión como lengua internacional, en raras ocasiones ha contribuido nuestro idioma a enriquecer el lenguaje científico. Esta situación podría estar cambiando debido a un auge de ciertas ramas de la ciencia en los países de habla hispana.
- El incremento creciente de descubrimientos relativos al Universo ha obligado a establecer unas normativas de carácter internacional para la designación de cuerpos u objetos celestes, abandonando el romanticismo que caracterizaba a la terminología astronómica de la antigüedad. Aun así, se conservan los antiguos nombres clásicos y la racionalista nomenclatura astronómica actual se ve alterada, muy a menudo, con términos que rinden culto a la metáfora.
- Es evidente la falta de normalización en cuanto a terminología astronómica en castellano. A la falta de cohesión y consenso a la hora de traducir, adaptar al idioma o respetar en su forma original un neologismo científico extranjero se suma la inercia propia de la comunidad hispanoparlante. Científicos y periodistas apoyan la creación de una comisión de terminología astronómica en el seno de

la Sociedad Española de Astronomía (SEA), de la que deberán formar parte astrónomos de diversos países, además de al menos un lingüista y un periodista científico.

- Se detectan numerosas discrepancias en torno a la nomenclatura astronómica y, en concreto, sobre sus grafías. La adoptada en los capítulos correspondientes de esta tesis se presenta como una propuesta en castellano que pueda ser de utilidad.
- El triunfo de un nuevo término científico no depende tanto de su validez científica o de su etimología como de otros factores, entre ellos la medida en que facilita la comunicación y, especialmente, su capacidad de despertar sensaciones y atraer la atención del público.
- Los medios de comunicación también han contribuido a popularizar, cuando no a crear, términos astronómicos, como *Big Bang*, *agujero negro* o *púlsar* (protagonistas de apasionantes historias que a periodistas y científicos les resultará útil conocer, por lo que han sido incorporadas a esta tesis).
- El lenguaje de la ciencia y, en concreto, el lenguaje de la astronomía, trasciende sus propios límites e invade el lenguaje coloquial, y mucho más hoy en día, donde el uso de metáforas astronómicas parece interesar tanto a la publicidad como a la economía o al arte.
- *Cosmosomas* es un término astronómico, reforzado como acrónimo y acuñado en el IAC para designar unas estructuras cosmológicas descubiertas por el Experimento de Tenerife del Fondo Cósmico de Microondas, desde el Observatorio del Teide. Sobre su implantación como término científico, entendemos que es difícil establecer aún una conclusión definitiva, quizá debido a la circunstancia de que no haya transcurrido el tiempo suficiente para valorar su evolución. Advertimos algunos problemas lingüísticos del término, así como ciertas reticencias por parte de la comunidad científica internacional, mientras que se observa, como es lógico, una mayor aceptación y uso por parte de los medios de comunicación y de los científicos vinculados al IAC.

- El periodismo científico en las Islas Canarias se encuentra en una fase muy embrionaria, mientras que en la prensa nacional se ha implantado satisfactoriamente en determinados medios.
- La evolución en el número de noticias relacionadas con el IAC ha ido en paralelo con la de las noticias científicas en general y astronómicas en particular. Además, este centro de investigación sigue siendo una referencia constante para los medios de comunicación españoles.
- El IAC ha conseguido sensibilizar culturalmente a tres sectores diferentes de la sociedad: la propia comunidad de científicos que trabaja en este Instituto, los cuales colaboran a menudo en las tareas de divulgación; los medios de comunicación, locales y nacionales, que han apoyado abiertamente proyectos de grandes inversiones como el "Gran Telescopio Canarias"; y la población de las Islas, que se enorgullece de tener en su territorio un centro del prestigio del IAC, que está dispuesta, incluso, a facilitar las observaciones astronómicas, reduciendo el alumbrado de sus calles, y que sienten y apoyan como propios los intereses de este centro de investigación.



Anillo de diamantes. Eclipse total de Sol del 11 de agosto de 1999.
Imagen obtenida por el astrofotógrafo Miguel Díaz Sosa
desde Kastamonu (Turquía).
© *Shelios 99*.

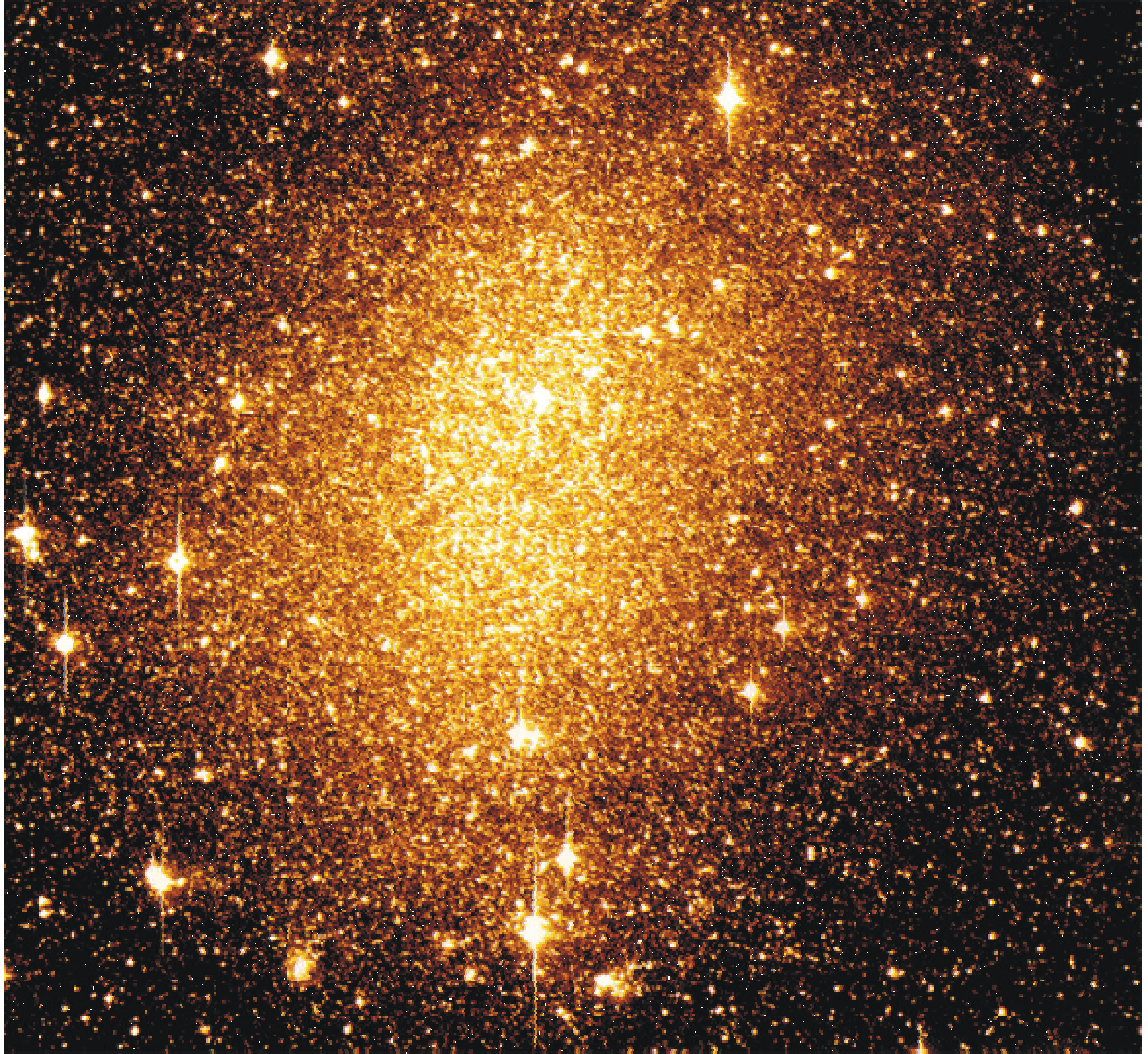
NOTA FINAL

Llegamos al final de nuestra investigación, como las intrépidas angulas al Mar de los Sargazos o a las terrazas plateadas del observatorio astronómico de Jaipur, invocando de nuevo a Cortázar como autor de una original combinación de prosaica información científica con delicadas metáforas. Obsérvese en el texto que acompaña cómo la primera frase interminable, cargada de vocabulario científico, alcanza por fin el punto que marca la diferencia respecto de los posteriores cumplidos hacia la ciencia y la tecnología, con referencia explícita al lenguaje astronómico. Quizá nunca sabremos si Cortázar escribió con ironía estas palabras, que en cualquier caso ponen fin a nuestros razonamientos.

El profesor Maurice Fontaine, de la Academia de Ciencias de Francia, piensa que el imán del agua dulce que desesperadamente atrae a las angulas obligándolas a suicidarse por millones en las esclusas y las redes para que el resto pase y llegue, nace de una reacción de su sistema neuroendocrino frente al adelgazamiento y a la deshidratación que acompaña la metamorfosis de los leptocéfalos en angulas. Bella es la ciencia, dulces las palabras que siguen el decurso de las angulas y nos explican su saga, bellas y dulces e hipnóticas como las terrazas plateadas de Jaipur donde un astrónomo manejó en su día un vocabulario igualmente bello y dulce para conjurar lo innominable y verterlo en pergaminos tranquilizadores, herencia para la especie, lección de escuela, barbitúrico de insomnios esenciales,...¹

NOTAS

¹ CORTÁZAR, Julio. *Prosa del Observatorio*. Editorial Lumen. Barcelona, 1974 (e.o. 1972). Págs. 27-38.



Galaxia NGC 6822.

Es una de las galaxias irregulares más luminosas del Grupo Local. Fue una de las tres primeras que Edwin Hubble identificó, hace ya más de setenta años, como una verdadera galaxia, externa a nuestra Vía Láctea.

Imagen tomada con el telescopio "Isaac Newton", del Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma).

© Antonio Aparicio et al. (IAC).

ANEXOS

ANEXO 1

Encuesta entre astrónomos

Con ocasión de la celebración en Tenerife, en el Museo de la Ciencia y el Cosmos, de la III Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía (SEA), realizamos una encuesta entre la comunidad de astrónomos, aunque no todos los que respondieron a nuestro cuestionario son miembros de esta Sociedad. De los 63 astrónomos que contestaron a las 5 preguntas formuladas, claramente se identificaron 62*, cuyos nombres aparecen por orden alfabético en la siguiente página. A continuación incluimos las respuestas a cada pregunta, las cuales se presentan no identificadas y en el orden en que se recibieron.

LISTA DE ASTRÓNOMOS

Alejandro Oscoz	Jorge Casares
Almudena Alonso	Jorge Ruiz**
Amparo Marco	José Acosta
Antonio Jiménez	José Miguel Rodríguez Espinosa
Antonia M. Varela	Juan Vicente Pérez Ortiz**
Antonio Mampaso	Julio Edgar Gallegos Alvarado
Artemio Herrero	Luis Corral
Arturo Manchado	Luis J. Goicoechea
Basilio Ruiz	Manuel Collados
Benjamín Montesinos	Manuel Vázquez
Carlos Allende Prieto	Mar Álvarez Álvarez
Carlos Westendorp	Marc Balcells
César Esteban	Mark Kidger
David Alcalde Morales	Martín A. Guerrero
David Barrado	Mercedes Prieto
David Galadí-Enríquez	Miguel Ángel Pérez Torres
Eduardo Ros	Miriam Centurión
Emilio Casuso Romate	Oriol Fuentes
Eva Verdugo	Ramón J. García López
Evencio Mediavilla	Ricardo Génova
Francisco Javier Sánchez Salcedo	Romano Corradi
Fernando Atrio	Santiago Arribas
Fernando Moreno Insertis	Silvana Navarro
Francisco Garzón	Nanci S. Sabalisk
Francisco Najarro	Teodoro Roca Cortés
Guido Münch	Terence Mahoney
Héctor Socas Navarro	Valentín Martínez Pillet
Inés Rodríguez Hidalgo	Verónica Motta
Jesús Jiménez Fuensalida	Víctor J. Sánchez Béjar
Jesús Patrón Recio	Xavier Barçons
John E. Beckman	Xavier Luri

* El 73% de los astrónomos de esta lista están vinculados al IAC y algunos de ellos no son miembros de la SEA. Algunos astrónomos nos contestaron fuera de plazo y no hemos podido incluir sus respuestas en nuestros resultados.

** Jorge Ruiz, director de la revista de divulgación *Tribuna de Astronomía*, y Juan Vicente Pérez Ortiz, presidente del Círculo Astronómico del Mediterráneo, asistieron a la reunión de la SEA como miembros asociados.

1ª PREGUNTA:

¿"Big Bang" o Gran Explosión? ¿quasar o cuásar?... ¿Cómo escribe estos términos en español? ¿Considera que deben traducirse o adaptarse al propio idioma los términos científicos, o cree que debería respetarse su forma original?

1. Pues, curiosamente, escribiría Big Bang y cuásar, lo que pone de manifiesto que aunque mi opinión es que estos términos deberían traducirse, no siempre es fácil hacerlo y hay casos en que la palabra traducida pierde su significado. Creo que yo pondría la traducción, pero siempre haciendo referencia al término en su forma original.
2. Yo escribo "Big Bang" y "quasar". En el primer caso, por tradición; en el segundo, quizás por conservar la raíz latina (¡ aunque creo que con "quasar" tendría problemas para construir el plural! ¿"quasars" o "quasares"?...) En principio creo que habría que hacer un esfuerzo por traducirlos, pero muchas veces existe una ambigüedad peligrosa. El término "scattering" se suele traducir por "difusión" o "dispersión", pero en el camino de inglés a español pierde parte de su sentido.
3. Gran Explosión y cuásar. Considero que, por tratarse el español de uno de los idiomas más hablados en el mundo, deberíamos adaptar, de forma especialmente necesaria, los términos de origen anglosajón.
4. Yo escribo "Big Bang" (es decir, en inglés pero con comillas), y cuásar y cuásares. En algunos casos, como por ejemplo "overshooting", la traducción (rebosamiento) pierde su significado. Creo que el inglés es un idioma más preciso que el español, y por eso las traducciones necesitarían varias palabras, lo cual a veces no es cómodo.
5. Gran explosión, cuásar, disco de acrecimiento (en vez de "acreción", muy usado e inexistente en el Diccionario de R.A.E.).
6. "Big Bang" y cuásar. en la mayoría de los casos intento traducir los términos, pero no siempre es posible (por desconocimiento del término o por el uso extendido del original en inglés). Considero que deberían traducirse dentro de lo posible.
7. Gran Explosión, cuásar. Es preferible traducir los términos especialmente cuando designan cosas conocidas, y evitar el uso arbitrario de los mismos. Sin embargo, cuando un término se extiende y es comprendido y aceptado por un amplio sector de la comunidad, debe ser visto como una evolución del lenguaje.
8. Deben traducirse tratando de conservar terminología precisa y lo más próxima al original (misma raíz castellanizada si es posible).

9. Se deben traducir. En el primer caso la inercia me lleva a usarlos indistintamente. En el segundo, SIEMPRE escribo "cuásar".
10. Gran Explosión. Cuásar. PERO redshift! Debería unificarse el criterio.
11. [Subraya "en español"]. Depende de los casos: "Big Bang" está generalmente aceptado.
12. Depende del término. Por ejemplo, "quasar" no es una expresión con traducción. Ya que no existe equivalente castellano, "quasar o QSO" vale en España. Al contrario, "Big Bang" se puede y debe traducir directamente como Gran Explosión, "redshift" como corrimiento al rojo, etc.
13. Gran Explosión, cuásar (pl. cuásares). Los términos científicos deben traducirse al castellano cuando sea posible (utilizando las raíces griegas y latinas, de ser necesario), citando al principio su forma inglesa -o de otro idioma- en los textos.
14. En inglés. No traducirse.
15. En español se escriben Gran Explosión y cuásar. Creo que deberían adaptarse al propio idioma los términos científicos en textos en castellano, aunque también se podría dar conocimiento de su nombre en inglés para que se pudiera identificar cada uno de estos conceptos cuando se oyen tan a menudo y poner entre comillas.
16. Escribo "Big Bang" y "cuásar". Deberían traducirse al propio idioma, aunque algunos están demasiado arraigados y, por otra parte, todo el mundo los entiende en inglés. Ej. "Big Bang".
17. En concreto esos términos los escribo: La Gran Explosión y cuásar. Debería adaptarse al propio idioma con algunas excepciones.
18. En general prefiero traducir los términos al castellano, aunque reconozco: primero, que es muy difícil; segundo, que existen algunos términos que son prácticamente nombres propios que quizás no deben ser traducidos.
19. Creo que es preferible utilizar los términos en castellano siempre que sea posible. En algunas ocasiones resulta útil poner junto a la palabra castellana el término en inglés (entre paréntesis o comillas y en cursiva).
20. Pienso que los términos astronómicos deberían traducirse al español; así como todos los términos extranjeros que se incluyen diariamente en el vocabulario.
21. Utilizo "Big Bang (la Gran Explosión)". Cuásar. En casos como "quasar", que ni siquiera es una palabra (es más bien una abreviatura), la forma española me parece poca justificada.
22. Lo ideal sería encontrar, normalizar y usar expresiones en español.

23. Suelo escribir "Big Bang" y "quasar". El primero porque es una denominación muy estándar y lo importante es entenderse. En cuanto al segundo, viene de "quasi-star" y no me parece que "cuásar" sea ninguna traducción. En todo caso, "casistrella", pero suena feísimo. Yo creo que se deberían traducir sólo aquellos términos para los que exista un vocablo en español. Si hay que inventar un nombre para algo nuevo yo respetaría el vocablo que introduzca su descubridor, sea en la lengua que sea.
24. Gran Explosión, cuásar. Deberían traducirse, siempre que se pueda.
25. Creo que deben traducirse, si bien no literalmente sino conceptualmente. Los términos como cuásar; sin embargo, es posible que deban ser nuevas acuñaciones ya que su origen es peculiar del inglés (casi-estrella)...
26. No lo dudo: Gran Explosión y cuásar (plural cuásares). Siempre los escribo así. Me parece necesario traducir o adaptar al castellano los términos científicos. En cada caso particular habrá que aclarar si lo mejor es una traducción (caso de la Gran Explosión) o una adaptación (como en cuásar). No creo que mantener las formas originales (en general en lengua inglesa) tenga el más mínimo valor. Incluso soy de la opinión de que usar los términos en inglés los pervierte, y la Gran Explosión constituye un buen ejemplo: Big Bang tiene en inglés, una serie de connotaciones humorísticas e informales que se pierden del todo cuando se usa tal cual en castellano.
27. En el diccionario de la RAE aparecen términos como 'jerigonza', 'neologismo', 'algarabía', 'germanía', etc. Y es afortunado que aparezcan pues ello implica que el lenguaje es algo vivo y mutante, como las personas. Las palabras emigran de unas lenguas a otras, siempre lo han hecho y lo seguirán haciendo. Creo que no hay ningún problema en ello, pues muchas veces nos encontramos con cosas o hechos novedosos que anteriormente no habíamos tenido necesidad de nombrar y, ante la ausencia de un término más adecuado, adoptamos la solución más fácil: adaptar al español un vocablo ajeno. Hay cantidad de ejemplos de ello, pero están tan imbricados en el idioma que no nos escandalizamos cuando los oímos. Así, una de las primeras palabras que importamos de América fue 'canoa', la trajo Colón tras su primer viaje, sin embargo, suena tan melodiosa como cualquier otro vocablo de nuestra lengua, al menos a mí me lo parece. Después vinieron más vocablos, como cacahuete, aguacate, cacao, tomate, etc. Si alguna vez van a Méjico, pueden ver una lista enorme en unos frescos que hay en la Casa de Gobierno. Curiosamente, una palabra tan común como 'tiza' es nahuatl, nosotros la usamos, pero en Méjico su significado ha desaparecido, allí nombran la tiza usando el término griego: 'yeso'. Casi todas las palabras que empiezan por 'al' o por 'guad' las tomamos del árabe. Otras como 'yoga', del sánscrito. Ejemplos más próximos, espacial y temporalmente, de esas adaptaciones las tenemos en las islas [Canarias] con palabras como 'nife' (de knife), 'puncha' (de punch), 'piche' (de M. Piche, un belga),

'litre' (de Mr. Litre, inglés), 'flis' (de flies, plural de fly), etc. Y un ejemplo de mala adaptación: si dices 'fideo' y no 'fideo', al escribir 'video' deberías decir 'video' y no 'vídeo'. Con esto quiero decir que, hasta un punto, no me escandaliza el uso de términos como 'Big Bang' siempre y cuando sean comprendidos por la mayoría de los parlantes. Es decir, estoy en contra de introducir términos crípticos con el fin de hacer ininteligible el lenguaje para los no iniciados, pues el uso del lenguaje implica la comunicación. En lo que sí que no estoy de acuerdo es en la pereza intelectual que evita traducir cuando puede hacerse, dando lugar a términos como 'implementar' o utilizando mal palabras que tienen en español un significado distinto al de los originales, por ejemplo, el uso de 'polución' en lugar de 'contaminación', pues las dos tienen significados totalmente diferentes. La verdad es que no me choca leer Big Bang, pero sí me choca leer 'acreción'.

28. Los anglosajones nos llevan ventaja ya que :1) las publicaciones son en inglés; 2) pueden inventarse las palabras en el momento que las necesiten. Como en esto no podemos competir, creo que hay que ceder un poco: dado que el idioma "oficial" de la astrofísica es el inglés habrá que aceptar los términos más usuales, siempre y cuando no tengan traducción directa al español.
29. Gran explosión. Cuásar. Creo que deben traducirse.
30. Considero que deben utilizarse los términos Gran Explosión y cuásar, aunque reconozco que pocas veces los utilizo en castellano.
31. Creo que no he tenido que utilizarlos en ninguna de mis publicaciones. En conferencias de divulgación (transparencias) creo haber escrito "Big Bang" y "Quasar".
32. Hay términos que sí se pueden castellanizar sin ningún problema (cuásar, máser, gran explosión, materia oscura...) y sería conveniente usarlos así. Otros términos, sobre todo los que se originan de siglas, sería mejor conservarlos para evitar confusiones, sería conveniente apuntar el origen de esas siglas con una pequeña explicación. P.ej. "... las estrellas tipo LBV (del inglés "Luminous Blue Variable", estrellas luminosas variables azules) son un grupo de objetos..."
33. Big Bang, cuásar (o quasar, creo que nunca lo escribí en español). Creo que en general deben traducirse, por lo menos cuando se trata de algo directo como big bang. Cuásar bien podría ser (si no está definido) con "c" o con "q".
34. Deben traducirse.
35. Creo que debemos adaptar los términos a nuestro idioma e incluso aquéllos que no tengan traducción (como quasar) adaptado a nuestras reglas de escritura.

36. Gran Explosión. Cuásar. Creo que cada persona debe poder elegir entre el nombre original y el traducido (y conocer ambos).
37. Big Bang y cuásar. Creo que cuando no hubiese un término parecido en español, debería utilizarse el extranjero.
38. Me parece imprescindible traducir o adaptar la terminología científica al español. Sin embargo, creo que no todos los casos son iguales. En particular, de los dos ejemplos de la pregunta, desde luego creo que Gran Explosión debe ser preferible en el cien por cien de los casos frente a "Big Bang". No es éste el caso de quásar, al menos para mí. La 'q' de quasar proviene del latín (quasi), término que es bastante utilizado en muchos contextos, y creo que debe ser respetado, como en tantos latinajos de nuestro idioma (quid pro quo, nihil obstat, a priori...)
39. Cuando se escribe en español debe usarse la traducción ("Gran Explosión", enana marrón, agujero negro, cuásar, etc.), por un lado, para enriquecer nuestro idioma y, por otro, más importante, para que se entienda lo que se quiere decir, evitando jerga que al final nadie entendería.
40. Creo que no debe haber una norma rígida. Cada caso debe considerarse por separado, atendiendo, sobre todo, a los usos y costumbres más frecuentes.
41. Big Bang, Gran Explosión: utilizo ambos dos cuando escribo en español. Sin embargo, si escribo en español, pongo cuásar. Creo que en algunos casos sería estupendo tener las dos posibilidades, la del propio idioma y la de la forma original, disponibles.
42. No sigo normas fijas al respecto. Es cierto que al escribir procuro adoptar una forma castellanizada, pero en ciertas ocasiones ésta es tan inusual que acabo adoptando el término inglés (en *itálica*, claro). En la conversación, los términos ingleses dominan.
43. Big-Bang y cuásar. Creo que algunos términos pueden adaptarse sin dificultad, mientras que otros no y debe ser nuestro idioma el que lo haga aceptándolos oficialmente (e.g.- Láser, cuásar etc.).
44. El español tiene un problema sobre el uso de palabras de otros idiomas. La existencia de normas prescritas por una Academia de la Lengua cuyas reglas son fonéticas, casi excluye el uso de la forma original de una palabra de otro idioma cuando haya fonemas dentro de la palabra que no conforman al uso español. Este problema es más o menos grave, y discutirlo en un contexto meramente astrofísico no es adecuado.
45. Big Bang y cuásar. Considero prioritario la simplificación y economía del lenguaje para facilitar la comunicación. Por ello, y dado que ya existe una nomenclatura (en inglés, nos guste o no) utilizada internacionalmente, soy partidario de adaptarla al castellano en vez de traducirla. En ocasiones suele ser el uso continuado el que se encarga, con el

tiempo, de acuñar esas adaptaciones, como ha sucedido con palabras como "estándar".

46. Quásar está en el Diccionario de la R. Academia; debe dejarse como está. "Big Bang" no lo está y debería cambiarse a "Explosión Primordial".
47. Ambos.
48. Big Bang y quásar. Sí debe respetarse su forma original.
49. Normalmente no los escribo, pero me gustaría saber cómo debo hacerlo en el caso de utilizar estos términos. Probablemente escribiría: "Big Bang" y cuásar.
50. Yo suelo usar los términos ingleses... pero reconozco que me gusta leerlos o escucharlos en español. Cuando la traducción es muy forzada o poco usada yo pondría el término inglés, su traducción, y explicaría que se seguirá usando el inglés. Eso sí, si se pone en español, con fonética y ortografía españolas.
51. Big-Bang es casi universal, cuásar respeta mejor el acrónimo de objeto cuasi estelar. Los términos científicos no admiten una solución genérica. Algunos conviene no traducirlos (Big Bang), pero otros sí. Hay que estudiar cada caso.
52. Cada término debe analizarse por separado. Prefiero decir Agujero Negro, pero ¿cómo se traduce SPIN? Cuásar mejor que quasar, pero esto viene del inglés Quasi Stellar. Entonces pulsar sería Estante (Estrella Pulsante).
53. Gran Explosión, cuásar. Deben adaptarse al propio idioma.
54. Debería respetarse su forma original.
55. Gran Explosión. Creo que es posible realizar la traducción cuando se tenga un término o palabra adecuada y precisa. Cuando no, es mejor usar el término original para evitar confusión.
56. Yo los escribo siempre en inglés (es decir Big Bang, quasar...) simplemente porque es más popular; todo el mundo los conoce así. Creo que está bien traducir los términos científicos (al fin y al cabo son palabras como otras), pero a menudo es difícil por su rápida aparición o por el hecho de que la comunidad científica use tanto el inglés.
57. Depende del contexto. Debe existir siempre una opción en español. [Traducirlo o no también] depende del contexto: en una charla de divulgación, el más conocido; en un libro de texto, en español.
58. Normalmente utilizo los términos en inglés pues, en Uruguay, las revistas de divulgación astronómica son traducidas por no científicos, así que tienden a dejar el término sin traducción.

59. Big Bang ("Gran Explosión" es muy sosa) y cuásar. La cuestión de traducción o adaptación debe aplicarse caso por caso y no debería ser generalizada. De todos modos hay que estudiar cómo se usa la terminología en realidad y no ir estableciendo normas y leyes. El español pertenece a los españoles y no a la Real Academia.
60. En italiano, yo los escribo en inglés. Creo que no se deben traducir ni adaptarlos, sino dejar la libertad de que se usen en ambos idiomas.
61. Gran explosión es correcto, pero cuásar no es traducción así que respetaría quasar. Creo que se deben traducir cuando existen términos en castellano, pero no siempre es posible, o resulta adecuado.
62. Generalmente utilizo los términos originales en inglés cuando la palabra acuñada contiene algún concepto específico. Por ejemplo, no se me ocurre intentar la invención de una palabra en castellano que arrastre el concepto de "seeing", "choping" o "speckle", las uso en inglés. Por otra parte, algunos términos en inglés se han extendido periodísticamente tanto que se cargan de un contenido específico, como es el caso de "Big Bang", aunque la traducción al castellano sería perfectamente clara: otros términos, que por la misma razón podrían escribirse en inglés, se usan, sin embargo, en castellano, por ejemplo enana marrón en lugar de Brown Dwarf. Otras palabras, que realmente son nuevas también en inglés, me esfuerzo en escribirlas en forma castellana, por ejemplo cuásar, píxel y láser, en lugar de quasar, pixel y laser. Deberíamos esforzarnos en usar los términos correspondientes en castellano siempre que ello no haga la comunicación verbal ineficiente; quiero decir que si un término conceptual dicho en castellano necesita 99.45 palabras cuando el original en inglés necesita sólo 2, no vale la pena. De cualquier forma, hay una solución quimérica evidente: ¡promover la originalidad de la ciencia española para imponer los términos originales en español al resto de la comunidad internacional!
63. Big Bang y Gran Explosión, indistintamente. Quásar. Depende. En los casos que exista una traducción literal a una expresión, debe adaptarse. En otros en los que se utiliza un término para un hecho científico y objeto como nombre propio, puede aceptarse el término en nuestro idioma.

2ª PREGUNTA:

Con objeto de normalizar la terminología astronómica en español, ¿qué le parecería la creación de una comisión de terminología integrada en la Sociedad Española de Astronomía (SEA) o en la Comisión Nacional de Astronomía? ¿Qué profesionales deberían formar parte de ella?, ¿sólo astrofísicos?

1. Me parece muy bien. Si ya es complicado hacer que una palabra traducida adquiera su significado real, todavía es peor si cada cual hace una traducción libre. Creo que unificar la terminología sería un buen paso. No, no creo que sólo debiera estar formado por astrofísicos. Fundamentalmente sí, pero siempre asesorados por lingüistas, traductores...
2. En la Asamblea que hemos celebrado en La Laguna, se ha decidido la creación de una comisión, coordinada por David Galadí, que va a intentar hacer un esfuerzo en este sentido. Creo que la participación de lingüistas, además de astrónomos, sería bastante importante.
3. Una gran idea. En mi opinión debería estar también constituida por profesionales del idioma.
4. Por supuesto astrofísicos y lingüistas.
5. Muy buena idea. Aparte de astrofísicos, también debería haber licenciados en letras (y por qué no, algún miembro de la R.A. Lengua).
6. Me parecería muy bien. Integrada por astrofísicos y filólogos.
7. La creación de tal comisión puede servir de ayuda, pero es imposible imponer el uso del lenguaje. Hay que tener claro el límite de capacidad de actuación de tal comisión. En ella puede haber profesionales distintos de los astrofísicos, en particular periodistas científicos.
8. Interesante, pero más gente debería participar (periodistas, RAE, etc...)
9. La SEA ya la ha creado, David Galadí está en ella. Astrofísicos y periodistas.
10. [Tacha Comisión Nacional de Astronomía]. Hay que dejar que el tema evolucione algo más. Después, una comisión de la SEA (integrando algún lingüista) propondría un criterio para unificar.
11. Muy bien. Periodistas científicos.
12. Me parece una buena idea. Obviamente, deberían formar parte de la comisión astrofísicos y lingüistas.

13. Harían falta unas personas encargadas de buscar la terminología adecuada, en contacto con la Real Academia y atentas a los mismos términos y la solución encontrada en Latinoamérica (en algún caso).
14. No. También lingüistas.
15. No sólo astrofísicos deberían pertenecer a esta comisión, que pienso que es necesaria, sino también profesionales de la lengua castellana.
16. Me parecería estupendo. Debería estar formada, si fueran cinco personas, por tres astrofísicos, un filólogo hispánico y un pedagogo.
17. Creo que tendría que ser una Comisión de la Real Academia de la Lengua Española. Creo que debería estar formada por literatos, quizás asesorados por astrofísicos.
18. Me parece una idea genial, y muy útil, puesto que yo a veces me he encontrado con la dificultad de traducir términos y con la incertidumbre de que si alguien ha hecho dicha traducción con anterioridad y de forma diferente. Quizás algún periodista pueda contribuir en este aspecto.
19. No estoy demasiado convencido acerca de la utilidad de las "normalizaciones" oficiales. No estoy seguro de la utilidad real de dicha comisión.
20. No creo que sirva para algo. Ya existe una organización que debe velar por traducir términos al español, la Real Academia, y aun así podemos ver palabras como "puzzle" en el diccionario aceptadas popularmente en España (por lo menos aún no en Latinoamérica)
21. No creo que sea necesario, ni que vaya a funcionar.
22. Una comisión de la SEA en donde figuraran "lingüistas" además de astrónomos.
23. Es que no me parece que haya que "normalizar" nada. Creo que los científicos deben expresarse como crean más conveniente para hacer entender sus ideas a los demás. Y si la mejor forma de expresar una idea es con pictogramas, jeroglíficos o lenguaje corporal, me parece bien que hagan uso de ellos.
24. Sería una buena idea. Deberían integrarla, astrónomos, periodistas científicos y filólogos.
25. Me parece una excelente idea que yo ya propuse en la SEA y que en esta 3ª Reunión se ha formado. Creo que una comisión no es lo suyo sino que sería mejor un método interactivo. Sería necesario el contacto con académicos y científicos.
26. Mi opinión personal es que una comisión de ese estilo es muy necesaria. Sin embargo, no está tan claro que la comunidad astronómica castellanoparlante vea este asunto tan importante como lo creo yo. En mi opinión sería la SEA, por su carácter representativo y democrático, el ámbito adecuado para crearla. Como comisión de una asociación de

individuos, sólo podría estar integrada por miembros de la SEA, pero está claro que debería contar con la presencia y el trabajo de expertos no sólo en astronomía sino también en lingüística y periodismo. Otro punto que no hay que perder de vista es que, en una situación ideal, tal comisión debería procurar contactos intensivos con representantes de la astronomía castellanoparlante del resto del mundo.

27. Sería deseable el establecimiento de esta comisión, aunque no creo que fuera muy efectiva, pues lo que pasa en la Astronomía no es más que el reflejo del empobrecimiento cultural que existe en un nivel más amplio.
28. Dado que tenemos una lengua "regulada", no como el inglés, la única forma efectivamente sería tener que crear una comisión. (¡Me parecería bien sobre todo si diese trabajo a los astrofísicos!). Obviamente debería incluirse, aparte de los mencionados, a periodistas científicos, escritores, etc.
29. Sí, creo que sería adecuado crear tal comisión. Respecto a los profesionales creo que sólo astrofísicos, excepto tal vez algún periodista muy involucrado en este campo.
30. Me parecería muy bien y necesario. Creo que los astrofísicos ya nos "entendemos" bien utilizando la terminología que empleamos actualmente. Si lo que pretendemos es ser claros al resto de la sociedad (científica o no), deberían intervenir, quizás, otros expertos en lingüística o/y en aspectos de divulgación.
31. Pienso que se debería dedicar el tiempo a otra cosa. Finalmente la comunidad seguirá aquellas expresiones que le resulten más familiares o le caigan más simpáticas. Por experiencia con algo similar, los propios miembros de la comisión son los primeros en saltarse las reglas.
32. No. Pasaría lo mismo que con la Real Academia de la Lengua, que sólo toma en cuenta el español de la Península (o de Madrid, en algunos casos) sin tomar en cuenta a los 300 millones restantes que hablamos español. Lo mejor será que el uso (y el sentido común) dicten las reglas sin que una reunión de notables pontifiquen sobre ellas.
33. Es una buena idea. Ayudaría. También podrían estar en la comisión periodistas científicos, escritores de ciencia ficción...
34. Le asigno baja prioridad a esta necesidad.
35. Me parece muy conveniente. Deberían integrarla dos astrónomos, algún periodista científico (Carmen del Puerto sería ideal para ello). La ayuda de algún lingüista o filólogo sería estupendo.
36. Creo que sería una buena idea. Y que debería estar integrada por astrofísicos y miembros de la Real Academia de la Lengua Española.

37. Me parece bien. Debería haber profesionales en lengua española y astrofísica.
38. Me parecería una excelente idea que se creara una comisión de este estilo dentro de la SEA (entre otras cosas, para que ésta última empiece a ser de utilidad para la astronomía). Creo que debería estar compuesta por astrónomos exclusivamente, que deberían hacer las recomendaciones adecuadas al resto de la comunidad.
39. ¿Por qué no? Perfecto. Claramente debería haber astrofísicos y lingüistas expertos en estas cosas.
40. Astrofísicos y/o científicos en general más especialistas en lenguaje.
41. Me parece bien. Lo ideal sería que fuera un grupo más heterogéneo, además de astrofísicos, enseñantes de diversos campos (ciencias, lengua,...), divulgadores en general...
42. Uno de los principales problemas cuando quieres traducir un término es por cuál lo traduces. Sería un gran avance poder referirnos a algún modelo o comisión establecida. En tal caso, serían los astrónomos y tal vez lingüistas los encargados de seleccionar la traducción. Pero el procedimiento práctico se me antoja complejo.
43. No creo relevante una comisión en este contexto, pues la comunidad nacional es suficientemente pequeña como para ser homogénea. Podría tener más sentido una comisión que englobara a todo el mundo hispano-hablante, en donde podríamos encontrar mayores divergencias en las traducciones (p.e. *hoyo negro/agujero negro*).
44. La idea no es mala, quizás porque la astrofísica en los países hispano-hablantes empezó tarde. Creo que la SEA es el marco más adecuado; la comisión debe consistir mayoritariamente en astrofísicos, pero con representación de profesionales de la lengua y de la comunicación.
45. Me parece adecuado. Considero que debería estar formada por una mayoría de astrofísicos, con una pequeña representación de filólogos (etimólogos) y periodistas científicos.
46. Bien poco tendrá por hacer una comisión. Pero estaría a favor de crear tal comisión, aunque de carácter internacional (Nomenclatura de la IAU).
47. Buena idea. Astrofísicos con la asesoría de algún lingüista.
48. Sí, en la SEA. Astrofísicos y divulgadores y enseñantes.
49. Muy bien. En la SEA estaría bien. Profesionales, aficionados y periodistas.
50. Muy bien, muy apropiada. Yo incluiría a astrofísicos de distintos campos (porque la terminología cambia mucho) y alguien profesional de la comunicación hablada/escrita de la ciencia. Incluso puede que algún docente y/o divulgador.

51. Astrofísicos y académicos. Debería esta gestionada conjuntamente por la SEA y la Real Academia Española de la Lengua.
52. Me parece correcto, aunque no sólo debería haber astrofísicos.
53. Bien, más algún académico de la lengua española y algún ciudadano de la calle.
54. Estoy a favor de crear este tipo de comisión, pero siempre y cuando no sea sólo para la traducción del término en inglés (que generalmente es el que se usa) al español. Esto sencillamente porque la comunidad en nuestro caso va a seguir utilizando el término en su idioma original. En cuanto al tipo de profesionales, en realidad creo que otros profesionales también podrían participar en la comisión. Por ejemplo, profesionales del área de comunicación, pues así se podría crear "un término que fuera de fácil aceptación en general y de fácil entendimiento para la gente, si la propuesta es divulgación. En realidad, la comunidad astrofísica, en el caso seguiría con los mismos "vicios actuales" por llamarlos de alguna manera.
55. Me parecería bien, y no sólo formada por astrofísicos, sino también por profesionales (¿lingüistas?) que puedan, en su caso, dar una traducción apropiada a algunos términos. Además sería conveniente invitar no sólo a astrofísicos españoles sino de otros países de habla hispana.
56. La verdad, me parecería un esfuerzo inútil. Aunque existiera dicha comisión, no creo que la gente cambiara de hábitos. Creo que son los lingüistas los que deberían ocuparse de esta tarea y que, aunque la mayoría no llegue a usar la traducción de estos términos al español, deben figurar en los diccionarios.
57. Me parece adecuado. Astrofísicos y lingüistas.
58. Me parece bien. Creo que además de astrofísicos debería haber traductores ya que están más familiarizados con el idioma que traducen.
59. Me parece razonable crear una comisión para ESTUDIAR CÓMO SE USA LA TERMINOLOGÍA pero no para normalizar nada (no hay base lingüística suficiente para hacerlo). Tal comisión debería tener por lo menos un lingüista profesional. Los astrónomos deberían desempeñar un papel estrictamente consultivo (porque en general no están capacitados para decidir cuestiones lingüísticas). [Respuesta dada en la 5ª pregunta] Por cierto, debería haber periodistas en esta comisión.
60. Estaría bien la creación de una comisión. Tendrían que formar parte de ella astrónomos y lingüistas.
61. Me parece razonable la creación de tal comisión. Deberían formar parte de ella además de astrónomos, periodistas con experiencia en divulgación científica y también filólogos.

62. Recuerdo que en el pasado ya hubo algún intento de normalización de la terminología astronómica en español procedente de alguna universidad hispano-americana y, que yo sepa, no tuvo continuidad. Habría que saber las razones de su escaso éxito para que en esta ocasión esta iniciativa fructificara. En primer lugar, no debería hacerse de espaldas al resto de la comunidad astronómica hispano-americana, especialmente a las más amplias como la mejicana y la argentina. Y, de alguna forma, debería haber cierta conexión con la Real Academia de la Lengua. La comisión debería estar en la SEA e integrada a la par por astrónomos y periodistas científicos (no estaría mal la inclusión de algún lingüista).
63. Muy buena. Astrónomos que abarquen todas las ramas y lingüistas que puedan sugerir la adaptación correcta.

3ª PREGUNTA:

¿Ha acuñado algún término astronómico aceptado científicamente a lo largo de su trayectoria como investigador/a? ¿Podría contarlo brevemente?

1. No.
2. No.
3. [No se contesta]
4. Sí, pero ahora, no me acuerdo. Me imagino que alguna traducción de algún término científico.
5. No
6. No.
7. A un nivel muy discreto. En mi campo se conocen unos resultados determinados como "Discrepancia de helio" y "Discrepancia de masa" ("Helium discrepancy", "Mass discrepancy").
8. Sí, varios. Pero no recuerdo, pues no han cuajado.
9. No.
10. No.
11. [No se contesta]
12. [No se contesta]
13. [No se contesta]
14. No.
15. No.
16. No.
17. No.
18. Sólo tengo un par que recuerde: "ridges", que traduzco como "franjas", en los aspectos bidimensional de las oscilaciones solares; y "remapping", que traducimos como "cartografiado" y que no me gusta nada.
19. Rafael Rebolo y yo sugerimos "big lithium gap" para señalar el agujero de Li que se observa entre las estrellas más tardías de los cúmulos abiertos y las enanas marrones de los mismos. Su utilización compite con "Li chasm", propuesto por un grupo americano.
20. [No se contesta]

21. No.
22. Ninguno relevante.
23. No, no he tenido tal necesidad. Ahora mismo estoy pensando un nombre para un código que he desarrollado, pero aún no lo he decidido.
24. No.
25. No.
26. Más bien he propuesto versiones castellanas de términos técnicos ingleses, sobre todo en el campo de los dispositivos de carga acoplada (CCD). Adjunto una copia de la introducción y el capítulo "glosario" de un libro sobre este tema que aparecerá en breve, escrito por Ignasi Ribas y por mí. En ese documento queda clara la pequeña aportación que he hecho hasta ahora al campo de la terminología astronómica en castellano.
27. [No se contesta]
28. En nuestras publicaciones hemos hablado mucho de la "canopy", de muy difícil traducción. En español nos referimos a ella como "marquesina", pero también habría términos equivalentes "baldaquino, palio, carlinga...". En cualquier caso, como lo importante son las publicaciones en inglés, no hay problema. Otra cosa sería decidirse por una traducción.
29. No.
30. No aún, pero llevo tiempo tratando de encontrar una traducción simple e idónea para el término "seeing", por ejemplo.
31. No.
32. No.
33. No.
34. "Concha cinemática" o "kinematic shell". Shells aparecen en imágenes, en la estructura de la galaxia. Cuando detecté zonas en forma de concha en un mapa cinemático, las llamé "cochas cinemáticas".
35. Todavía no tengo "patentes".
36. No.
37. No.
38. No, no he acuñado ningún vocablo astronómico nuevo.

39. Probablemente sí, pero sin quererlo. Comenzamos a llamar "objetos GGD" a unos descubiertos por tres investigadores soviéticos con esas iniciales y así se quedaron (son objetos que parecen objetos Herbig-Haro; unos lo son y otros no).
40. No.
41. No.
42. Sí. Nebulosa planetaria cuadropolar. Son nebulosas que tienen cuatro lóbulos.
43. No, creo.
44. En mi juventud, cuando investigaba física solar, inventé un término para la capa de la inversión de temperaturas en la cromosfera, la de la temperatura mínima del sol: "chromo pause" por analogía con la capa de temperatura mínima de la atmósfera terrestre "tropopause". Aunque he visto el término en uso unas pocas veces, mi peso específico dentro del campo era insuficiente, y el término no llegó a adoptarse.
45. No.
46. No.
47. No.
48. No.
49. No conscientemente. Inconscientemente puede que en castellano, pero ni siquiera me he preocupado de saber si alguien más lo ha utilizado.
50. Sí: en estadios de turbulencia se habla de una "cascada" de energía. Nosotros nos referimos a tales estadios como "cascadas".
51. No.
52. No.
53. No.
54. No, no lo he hecho.
55. No.
56. No ha sido el caso.
57. Sí. "Azimuth Center" (Centro de Acimut). Describe la distribución acimutal del campo magnético en estructuras resueltas en la superficie solar.
58. No.
59. No (he inventado "astrolexicografía" ¡a ver si florece!).
60. No.

61. No.

62. Ningún término astronómico como tal, aunque sí alguna técnica. En esos casos optamos por la cómoda solución de unir siglas a otras establecidas en inglés.

63. No.

4ª PREGUNTA:

¿Ha oído hablar de los cosmosomas? En caso afirmativo, deje sus comentarios.

1. No.
2. Sí, y conozco el contexto en el que se ha creado esta palabra. No estoy seguro ahora mismo del significado de la raíz "somas"; yo quizás hubiera bautizado esas estructuras que se ven en los mapas de microondas como "cosmocélulas".
3. No.
4. No, pero suena a cromosoma, lo cual puede ser confuso.
5. Sí, pero no recuerdo el significado exacto.
6. No.
7. Sí. Me parece un término muy atractivo, aunque desconozco su penetración.
8. No.
9. Sí, y me parece un buen término. De hecho lo utilizo con cierta frecuencia.
10. Sí. Me parece un intento de inmortalizar algo que no tiene entidad con el fin de que la historia dé cuenta de un determinado trabajo y/o grupo.
11. Sí.
12. Sí. Creo que son estructuras a gran escala primitivas. Creo que se intenta relacionar astrofísica con biología (¿cromosomas?...). No tengo muchos conocimientos biológicos.
13. No. No sé qué son.
14. No.
15. Sí. Es una palabra que pienso se ha inventado siguiendo el término cromosoma, por la similitud que guardan estos últimos en el origen de la vida con la de los primeros en el origen del Universo.
16. No, no he oído hablar de ellos.
17. No.
18. Sólo me suena la palabra, pero no tengo ni idea de qué son.
19. Sí. Creo que fue una idea curiosa y un nombre que se ha beneficiado del conocimiento del ADN por parte del público.
20. Cosmosomas es el objeto de mi tesis. Es un término útil para los que trabajamos en cosmología y especialmente en el estudio del fondo cósmico de microondas, ¿o

debería decir Cosmic Microwave Background (CMB)? Se utiliza en español al igual que en inglés y otros idiomas.

21. Sí.
22. Sí.
23. Sí. Me parece un término muy ingenioso, aderezado con una pizca de humor, para un concepto suficientemente importante como para merecer un vocablo propio.
24. Sí.
25. Sí. No podría ser menos estando donde estoy. Mis comentarios son contradictorios.
26. Sí, he oído hablar de los *cosmosomas*. Me temo que mi opinión no es muy favorable. La manera clásica de formar términos nuevos en ciencias ha sido recurrir a las lenguas clásicas (ejemplo: "telescopio"). Últimamente, sin embargo, desde EEUU se fomenta un estilo diferente, que consiste en formar términos nuevos mediante acrónimos, procurando que el resultado sea simpático y "vendible" (ejemplos: "MACHO", "proplyds" etc.). Aunque personalmente prefiero el estilo clásico, no soy radical y no censuro por principio el segundo estilo. Sin embargo, el término *cosmosoma* es una mezcla extraña. Es a la vez un acrónimo ingenioso y una palabra que recuerda por la forma a los vetustos cromosomas. Pero cromosoma, término formado a la antigua usanza, viene de *chromo* (color) y *soma* (cuerpo), o sea, se refiere a los cuerpos coloreados que aparecen en el núcleo de la célula en ciertas fases de la división. *Cosmosomas* mantiene un parecido fonético, con cromosomas, pero destroza la etimología. *Cosmosomas* intenta vincularse semánticamente a la idea de "orígenes" a través de un parecido formal con cromosomas, pero si se intenta un análisis de *cosmosomas* resulta estar formado por las raíces *cosmos* y *soma* (cuerpo), así que se trataría de los cuerpos cósmicos, poco que ver con las heterogeneidades del fondo de radiación de microondas. Me habría gustado más algo del estilo arqueorugas (de *arqueo*, antiguo, y *ruga*, arruga), *pristinorugas*, *heterotermias primordiales*, o algo así...
27. [No se contesta]
28. Sí, pero me parece un término más de divulgación que otra cosa (¡lo cual es bueno!). Creo que acuñar términos con el fin de acercar la ciencia al público o incluso despertar su interés es positivo. Pero siempre habría que ir más allá y poder explicar a ese mismo público que son simples metáforas de forma que no "idolatricen" los términos (es nefasta la asociación común de científico/médico=hechicero de tribu).
29. Sí, he oído hablar de ellos. No me parece un término muy adecuado por su extremada similitud con "cromosomas". Creo que un nombre que no recordase a otro sería más oportuno.

30. Sí. Me parece acertado. Es un acrónimo que refleja intuitivamente, por su posible relación semántica con "cromosomas", el significado de la palabra.
31. Sí, dado que este término se acuñó en el IAC, no tengo ningún comentario especial que hacer al respecto.
32. No.
33. Sí. Los *manchurrones* que aparecen en un mapa del cielo de microondas y que se creen el resultado de la gran homogeneidad del universo en épocas tempranas (¿o no?).
34. No.
35. Creo que es una palabra muy afortunada, pero desconozco si ha tenido repercusión.
36. No.
37. Sí, creo que son las semillas de las irregularidades en el fondo cósmico de microondas.
38. Sí, he oído hablar de ellos. Una bonita y original forma de vender un producto.
39. Sí, es un intento de crear un acrónimo para las fluctuaciones del CBR, pero no sé si ha cuajado o no.
40. Sí, pero sólo en el IAC.
41. Sí. Me parece espléndido y natural que el lenguaje vaya acuñando nuevos vocablos que describan satisfactoriamente nuevos resultados científicos.
42. Sí, pero sólo internamente en el IAC.
43. No, fuera del contexto del IAC, pero mi responsabilidad no es la cosmología.
44. Siendo miembro del IAC he oído hablar de *cosmosomas*. Es una idea simpática introducir un nuevo término científico así. Dado que el IAC no representa un centro de gran influencia en el campo cosmológico es improbable que el término cuele, y que se adopte por una mayoría de los investigadores en el campo, más aún si no somos un centro anglohablante.
45. Sí. Me parece un término muy bien escogido porque combina 2 vocablos y, por tanto, 2 significados que contienen la información esencial para diferenciar un determinado hecho observacional.
46. Sí. Me parece un término descriptivo y apropiado.
47. No.
48. Sí. Muy original.
49. He oído hablar de ellos y lo he visto escrito en el IAC y quizás en EL PAÍS.

50. Sí. Sé que se refiere a mínimas irregularidades detectadas en la radiación de fondo de microondas que deben corresponder al origen de las futuras galaxias, algo así como "grumos" en el universo primitivo. Me gusta la palabra, creo que es sonora y clara.
51. Sí. Es un término muy descriptivo de las fluctuaciones primordiales y otras estructuras presentes en el fondo de microondas. Es claramente un término castellano que no proviene de traducción literal del inglés. Sería necesario incrementar más la flexibilidad del castellano para admitir este tipo de vocabulario.
52. Sí, está muy bien la palabra.
53. Sí, muy bueno. Me gustaría que los angloparlantes dijeran "cosmosomas".
54. Es un término muy apropiado, más bien adecuado, puesto que aunque no se entienda el significado real del término, si es una persona que lee la palabra y no es astrofísico, comprende que está relacionado con creación y evolución, como cromosomas.
55. No.
56. Sí que he oído hablar de ellos y, la verdad, me parece un término un tanto "naif". Sin embargo, es cierto que es una palabra chocante y que precisamente por eso se ha hecho rápidamente popular y resulta fácil de recordar.
57. Sí. La verdad es que nunca me he informado con propiedad de qué son.
58. No.
59. Sí.
60. No.
61. Sí, se trata de las inhomogeneidades observadas en el fondo cósmico de microondas.
62. Sí, aunque en mi caso no debería ser significativo. Me parece un término que tiene todos los ingredientes para lograr el éxito: es claro, con conexión a otras ramas de la ciencia, suena, es fácil la versión en inglés y es culto.
63. Sí. Como analogía con cromosomas y su idea de origen del cosmos frente a origen y estructura del material genético me parece bien. La que no sé es si es morfológicamente y semánticamente correcto.

5ª PREGUNTA:

En su opinión, ¿qué papel desempeñan los periodistas científicos (especialmente los de la prensa diaria) en la información y divulgación de la Astronomía?

1. Creo que realizan una labor muy importante pero que, en algunos casos, deberían ser un poco más rigurosos aunque la noticia "pierda" impacto. Intentar ser divulgativo a costa de dar información equivocada me parece un error aunque comprendo que casar ambas cosas es muy difícil.
2. El papel de los periodistas es crucial. Muchas veces podemos encontrar inexactitudes en las informaciones que aparecen en prensa que desvirtúan completamente el contenido de la noticia y que si se produjeran en otras secciones, como "política" o "economía", tendrían bastante impacto.
3. Necesaria. La información al gran público es obligada, necesaria y pienso que debería hacerse con mayor calidad que hasta ahora. Sobre todo en programas de TV dirigidos al gran público, y no sólo en revistas de divulgación específica que llegan a pocos lectores.
4. Creo que los periodistas científicos deberían ser científicos para que no se cometan errores graves en la difusión de temas científicos.
5. Muy importante, pues aparte de divulgar los resultados por nosotros conseguidos, ayudan a contrarrestar los efectos de las "pseudociencias".
6. Un papel importante, aunque en mi experiencia no siempre consiguen transmitir de forma rigurosa las novedades científicas.
7. Desempeñan un papel muy importante. Los resultados de ese importante papel son diversos. En ocasiones, ayudan mucho a la ciencia. En otras, contribuyen a la difusión de errores. El balance final dependerá de su profesionalidad y capacidad.
8. Bastante negativa. No cuidan ni el contenido, ni la terminología. Tienden hacia el sensacionalismo.
9. El papel de comunicadores es esencial, pero desgraciadamente la prensa diaria no tiene especialistas.
10. Bastante pobre. Se debería promocionar su papel, aumentar su número y crear un ambiente en general en donde la divulgación fuera vista como positiva e imprescindible.
11. Fundamental.

12. Algunas hacen un buen papel en cuanto a intenciones y divulgación de grandes conclusiones (los titulares). Por desgracia, la explicación que sigue a los titulares suele dejar mucho que desear...
13. Muy importante, y muchas veces con efectos funestos por no contrastar la información (que sea novedosa, p.ej.), por inexactitudes, por no separar "la paja del grano". Hace falta personal bien formado, y que sepa transmitir conceptos importantes para la sociedad y la cultura (científica).
14. Buena para captar atención pública y fondos.
15. Un papel bastante malo ya que la mayoría tiene una formación nefasta para cubrir este tipo de información. En vez de informar con veracidad y realizar una labor útil, muchas veces ponen burradas dando lugar a confusión y errores brutales para las personas que no son expertas en el tema.
16. Importante, aunque considero que debería haber mayor interacción periodistas-científicos jóvenes a la hora de exponer nuestros resultados científicos.
17. Aunque su papel es importante, siguen estando en manos de aquellos científicos que quieren hacer publicidad de sus proyectos.
18. Pues el papel es, evidentemente, fundamental. De hecho es la faceta periodística la que nos falta a los astrónomos en temas de divulgación. Aunque también es cierto que el aspecto científico en los periodistas que escriben de ciencia (astronomía en este caso) es muchas veces muy pobre.
19. Desempeñan un papel fundamental para acercar los resultados científicos al público. Sin embargo, su escasa preparación científica y su falta general de rigor a la hora de presentar resultados espectaculares son aspectos que requieren una pronta mejora.
20. Un papel muy importante, pero creo que existe una irresponsabilidad dentro de la prensa; me he encontrado muchísimas veces con "cambios" en las declaraciones astronómicas, que convierten a los periodistas de la prensa diaria en un obstáculo en lugar de ser un medio fluido de información.
21. Más bien poco. Informan al público de algunas noticias grandes y puntuales pero no están haciendo divulgación, sino a un nivel muy ocasional.
22. Son responsables de casi todo lo que llega al público (lo bueno y lo malo).
23. Creo sinceramente que se divulga poca ciencia y que se hace mal. Aunque a veces es muy divertido, como ese titular según el cual el telescopio solar LEST (que nunca se construirá) sería tan bueno que permitiría ver el sol de noche.
24. Un papel muy importante.

25. Muy importante. Son casi el único contacto del mundo científico con la sociedad.
26. A falta de participación más activa de los astrónomos en la divulgación. Los periodistas científicos son nuestra voz ante la sociedad y hay que cuidarlos. En la prensa diaria, además, transmiten la actualidad astronómica en espacios muy breves y a menudo son los primeros en usar en castellano términos técnicos acuñados en inglés, por lo que tienen una gran responsabilidad en el asunto terminológico. Desde el punto de vista de los contenidos, es necesario que estén formados en las ciencias sobre las que escriben para que no se introduzcan errores o imprecisiones.
27. [No se contesta]
28. Fundamental, son el enlace evidente entre los que hacen ciencia y el público. Es una labor imprescindible ya que el público debe conocer a qué se destina el dinero que invierte. La pena es que muchos (periodistas científicos) lamentablemente no tengan el nivel suficiente (¡ que no es el caso en el IAC).
29. Creo que en general el papel es mínimo. Debería ser divulgativo pero en general es tan alto el contenido erróneo que si uno quiere enterarse de algo es preferible acudir a revistas de divulgación escritas por los propios científicos. En la prensa diaria lo normal es encontrar la noticia erróneamente expuesta.
30. Creo que es necesario casi siempre, y cuando los científicos no sean capaces de hacerlo, ese nexo entre CIENCIA Y DIVULGACIÓN-SOCIEDAD lo pueden desempeñar los periodistas científicos, pero creo que falta, en algunos de ellos, en ocasiones, la especialización necesaria, y por parte de los científicos, el interés de cooperación.
31. Pienso que deberían desempeñar un papel decisivo de enlace entre la comunidad científica y el gran público. Por desgracia, en España muy pocos tienen el nivel mínimo de profesionalidad requerido.
32. Cuando están bien informados y saben de lo que hablan son una gran ayuda en la difusión de la ciencia y las nuevas tecnologías; en algunos casos son los únicos que se encargan de ello. Y hay otros casos en los que en vez de ayudar estorban, por ejemplo en México, había un reportero (de televisión) que entre otras cosas "cubría" las noticias de ciencia; fue "atrapado" por el fenómeno OVNI (o más bien, vio que allí había dinero) y ahora tiene su programa sobre OVNI y cosas por el estilo.
33. Me gusta ver cómo en sitios como el periódico EL PAIS hablan de ciencia y cuentan a la gente cosas nuevas. Los resultados científicos no deberían quedar entre cuatro expertos sino ser divulgativo.
34. Esencial. Se debe fomentar su formación continua.

35. Es primordial, pero fuera de los periódicos importantes y algún caso aislado, por lo general la ciencia se les queda un poco grande y cometen bastantes errores. Creo que en muchos casos, en su necesidad de producir noticias y artículos no digieren bien la información que quieren divulgar.
36. Está mejorando grandemente en los últimos años pero creo que deberían asesorarse un poco más con expertos en la materia.
37. Un papel muy importante, porque ellos pueden hacer accesible la ciencia al público general.
38. Desde luego la prensa diaria desempeña un papel fundamental en la divulgación científica. Sin embargo, en muchos casos se advierten crasos errores que indican que o bien el periodista no tiene ni idea o bien no pone mucho interés en la información. También muchas veces ponen el énfasis en la parte novelesca del asunto y en general sólo sirve para distorsionar aún más la noticia.
39. Todo lo que haga es poco. Todo lo que se puede hacer es importante. El principal problema es el rigor en la información evitando el sensacionalismo tipo NASA. La colaboración periodista-científico en la redacción de la noticia es (casi) imprescindible.
40. Pongamos que desempeñan un papel relevante, tanto para informar como para desinformar.
41. Desempeñan un papel determinante y muy importante... si esta labor se desarrollase con seriedad. Por desgracia en la prensa diaria encuentro que esta información es demasiado sensacionalista... ¿Quizá por falta de profundización en los temas que se tratan?
42. Realmente se echa en falta en muchas ocasiones la figura del periodista con suficiente cultura científica, lo que se refleja en la aparición en los medios de divulgación de noticias mal interpretadas y tratadas con poco rigor.
43. Fundamental, pues la mayor fuente de información para el ciudadano medio (contribuyente que financia la investigación) es la prensa diaria.
44. Los periodistas desempeñan un papel de gran valor en el desarrollo de la astronomía. Es una tarea muy importante explicar conceptos complejos al gran público. Dada la necesidad del uso de dinero público, es imprescindible comunicar la ciencia a la gente en general, y los periodistas que trabajan estrechamente con los investigadores rinden un servicio destacado.
45. Considero que realizan una tarea indispensable de retorno social. La información y divulgación son probablemente la única aportación que puede ofrecer la Astronomía y demás ciencias fundamentales (i.e. no aplicadas) a la sociedad. Es además un derecho fundamental de la sociedad tener información puntual sobre los resultados e

implicaciones filosóficas de la investigación científica. Este trabajo sólo lo puede realizar un equipo de periodistas científicos especializados con una buena formación científica, amplia experiencia y asesorados por especialistas científicos. Creo que sería interesante la creación de la figura del científico "interfase", a medio camino entre el experimento y la redacción de la noticia. Tendría que ser un profesional "liberado" cuyo cometido consistiría en estar al día de las líneas de investigación, seleccionar los resultados y descubrimientos más significativos en función de su relevancia científica, filosófica y social, y elaborar una documentación valorada sobre los mismos, que sería el material de trabajo del periodista científico.

46. Un papel muy importante; debería haber más, especialmente bien informados.
47. Un papel peligrosísimo.
48. Con algunas excepciones, ¡ bastante pobre!
49. Su papel es muy secundario. En cuanto consigan que de vez en cuando aparezca algo en primera página podremos decir que desempeñan un papel interesante en la información científica.
50. Un papel importante como bisagra entre los científicos (a veces demasiado ocupados-y/o incapaces- para divulgar, y demasiado endiosados por el público de a pie) y este público. Creo que tienen gran responsabilidad que debe (bajo mi punto de vista) ser compartida por los científicos, que es la de dar a conocer los avances de la ciencia. La divulgación contribuye al conocimiento y éste a mitigar la ignorancia que hace a la gente supersticiosa y manejable. Eso sí: la divulgación sería, rigurosa, al tiempo que cercana, atractiva y comprensible. Lamentablemente creo que esa tarea se hace mal muchas más veces que bien, por "culpa" de periodistas y científicos. Creo que sin una labor de equipo es imposible hacerlo bien.
51. Creo que un papel todavía pequeño. Debería potenciarse su labor como medio de fomentar la cultura científica en nuestra sociedad, y luchar contra plagas como las columnas de horóscopos presentes en todos los periódicos españoles.
52. Son esenciales a pesar de todos los fallos que comenten.
53. Un papel fundamental. Deberían estar más en contacto con los astrónomos, de forma sistemática.
54. Los periodistas desempeñan un papel importantísimo. De hecho creo que en todas las facultades de periodismo deberían tener una disciplina especial para el periodismo científico. El periodista es el portavoz del científico, el puente de conexión. Si este puente está mal construido o fundamentado la transmisión del concepto es erróneo y como consecuencia la idea formada también lo será. Hoy en día gran parte de la gente busca

cada vez más saber sobre cualquiera de las áreas científicas en revistas y prensa diaria. Actualmente lo que encontramos generalmente son profesionales de la comunicación que tienen poco interés en ser fieles al tema expuesto. Quieren expresar el tema de una forma digerible al lector, pero sin preocuparse en mantenerse fiel al tema. Es un arte poder decir lo mismo con otras palabras y sin cambiar el sentido.

55. Muy importante porque esa información es a la que tiene acceso la mayor parte de la población y es importante que ellos (los periodistas) conozcan un poco del tema sobre el que van a escribir para evitar crear confusión. (En México ha sucedido que se llega a publicar en los periódicos notas con claros errores).
56. Pues un papel muy importante y necesario. La sociedad está interesada y aún debería estarlo más) en la ciencia punta, en saber en qué se invierte el dinero público y en los avances reales de la ciencia. Es necesario esta labor para contrarrestar el crecimiento de la astrología y demás timos y para aumentar el nivel de conocimientos de la sociedad.
57. Muy importante. Pero el nivel medio en España es muy bajo. [Ejemplo a seguir: Revista *The Economist*].
58. Los periodistas científicos son MUY importantes. En mi país no existen, por lo que al traducir la información la distorsionan gravemente.
59. Su papel es fundamental porque son éstos los que deciden qué porción del léxico científico se traspaasa al público. (Por cierto, debería haber periodistas en la comisión de la 2ª pregunta).
60. No sé bien.
61. Desempeñan un papel importante, aunque creo que debería evitar sensacionalismos y ser un poco más precisos sobre todo cuando escriben notas/artículos relativamente extensos.
62. Reconozco una mejora muy apreciable de los periodistas científicos españoles en los últimos años. Sin embargo, todavía hay que distinguir mucho entre las publicaciones. En relación con la prensa diaria, en un sentido estricto, quiero decir la de los grandes titulares para recoger la noticia sensacionalista de turno, mi opinión sigue siendo muy pobre, mientras que los suplementos de investigación y tecnología de los periódicos más importantes los tengo en alta consideración generalmente. En cuanto a las publicaciones de divulgación científica, mi opinión es muy variada y de alguna de ellas decididamente negativa.
63. Importante, ya que la ciencia llega a través de ellas al público en general. Creo que sería necesaria una formación científica de las mismas, a través de asignaturas en su

licenciatura o en posgrado. También habría que eliminar el tópico de las noticias espectaculares en ciencia con el único objetivo de impresionar.

ANEXO 2

Encuesta entre periodistas científicos

Con objeto de recoger la opinión del profesional del periodismo científico, enviamos un cuestionario con 11 preguntas sobre el ejercicio de esta profesión. Contestaron nuestra encuesta 19 periodistas científicos, cuyos nombres aparecen por orden alfabético en la siguiente página. A continuación incluimos las respuestas a cada pregunta, las cuales se presentan no identificadas y en el orden en que se recibieron.

LISTA DE PERIODISTAS

Alberto Aguirre de Cárcer
Alicia Rivera
Antonio Madrideojos
Fernando Cohnen
Ignacio Fernández Bayo
José Luis Jurado Centurión
José María Fernández-Rúa
Juan Luis Martín Díaz
Luis Ángel Fernández Hermana
Manuel Calvo Hernando
Manuel Montes
Manuel Toharia
María José Casado
Martín Yriart
Mónica G. Salomone
Paco Rego
Santiago Graíño
Vicente Aupí
Victoria Toro

1ª PREGUNTA:

¿Hasta qué punto se puede hacer divulgación al tratar la información científica de actualidad? ¿Debe un periodista científico informar y divulgar a la vez, o en qué proporción?

1. Yo creo que sí puede hacer las dos cosas, aunque algunos redactores científicos dicen que no se sienten divulgadores sino periodistas. En cuanto a la proporción, depende del tema y del tipo de publicación.
2. En mi caso, que trabajo para un diario importante pero nada especializado, la divulgación es fundamental. A menudo pierdo gran parte del espacio en explicar conceptos que, se supone, son muy conocidos o ya explicados en anteriores reportajes. Ahora bien, esta norma de obligado cumplimiento no sé si está motivada por los conocimientos de a quien va dirigido el artículo. Cualquier error, por pequeño que sea, tiene de inmediato la respuesta de algún lector, a menudo de muchos.
3. Mi experiencia como periodista de radio es que sólo a través de la divulgación se puede hacer llegar a la audiencia la información científica, ya que de lo contrario resultaría árida para el gran público. Las múltiples disciplinas de la ciencia, con su jerga reservada a los iniciados, obligan a que sean tratadas en radio de forma amena, lo que no significa que se pierda la rigurosidad. Probablemente aquellos oyentes que se interesen por un tema de relevancia científica, tendrán después ocasión de profundizar sus conocimientos con ayuda de la prensa escrita. Si desde el principio se quisiera convertir un programa de radio en un aula universitaria o una sala de congresos, estropearíamos la posibilidad de ampliar el número de ciudadanos interesados por estas cuestiones. Por lo tanto, creo que es el medio el que determina el tipo de mensaje que se lanza.
4. a) Siempre es posible divulgar en una información sobre asuntos científicos de actualidad. Si la noticia está bien redactada y su autor ha sabido destacar los aspectos más interesantes, utilizando un lenguaje asequible, se transmiten conocimientos al lector. b) No concibo la información científica que no sea divulgación. Si nos atenemos a la definición del diccionario, que dice que divulgar es "poner al alcance del público una cosa", el concepto adquiere toda su dimensión en este tipo de información. El periodismo científico debe tener como primera prioridad informar a los lectores, oyentes y/o televidentes sobre aquello para lo que el investigador no tiene los cauces más adecuados. Por tanto, al trasladar esa información, el periodista científico se convierte en divulgador.
5. Al hacer información no queda más remedio que mecharla con divulgación. Al hacer divulgación no hay por qué meter nada de información. Un periodista científico siempre debe privilegiar la información. Para eso es periodista.
6. Creo que la divulgación puede ir pareja a la información científica de actualidad, pero sólo como herramienta, como medio de que la noticia pueda entenderse. En mi opinión la divulgación gratuita -más de la necesaria para facilitar la comprensión- sobra en una

información de actualidad; hace la noticia pesada, desvía la atención y quita las ganas de seguir leyendo. También creo que es discutible que los periodistas 'deban' hacer divulgación, en el sentido de que deben 'educar' a los lectores. Los periodistas deben contar cosas que son interesantes, y eso es todo. Lo que ocurre es que la ciencia lo es, y por eso entra dentro del ámbito del Periodismo.

7. Lastimosamente, la cultura científica del ciudadano de la calle es tan baja que es absolutamente necesario hacer divulgación, al mismo tiempo que se informa. Cuanto mayor es la especialización del medio y de los lectores, esta demanda puede relajarse.
8. Información periodística y divulgación científicas son dos términos que se utilizan con una enorme variabilidad semántica, incluso a veces como sinónimos. No hay definiciones universalmente aceptadas. En la prensa de calidad, la divulgación va ineludiblemente asociada a la información, aunque no siempre se la pueda diferenciar. Es una tendencia visible en la prensa de calidad actual la de desagregar las categorías de la superestructura de la noticia, tal como las describió Van Dijk, separando especialmente de los Sucesos las de Historia, Antecedentes directos, Antecedentes generales y Contexto actual, en lo que en la jerga periodística española se llama corrientemente "despieces". Éstos son los espacios editoriales de la divulgación en la noticia científica en las coberturas especializadas de diarios y revistas de interés general, como es la práctica de la sección Futuro de *El País*, en España, o de la sección "Science" de la revista *Time* en los EE.UU. En cuanto a las proporciones, no conozco una fórmula mágica y esto me parece más bien objeto de una investigación de hemerografía comparada y análisis cualitativo, que de opinión más o menos preceptiva. En esto, como en muchas otras cosas, coincidí con McQuail en que las teorías "de sentido común" que él llama "operativas" acerca de nuestro propio trabajo, que sostenemos nosotros los periodistas, cuando debemos dar cuenta de lo que hacemos, carecen muchas veces de realismo.
9. En primer lugar, la labor de un periodista es proporcionar al público la información de actualidad. Si es posible, dicha información debe ser escrita de una forma amena y didáctica. Lo ideal sería equilibrar en un 50 por 100 la información y la divulgación.
10. La cuestión que plantean resulta de gran interés, ya que refleja uno de los principales asuntos de debate entre los profesionales del periodismo científico y, por ejemplo, los directores de museos españoles de ciencias. Como periodista especializado en un medio de comunicación general, siempre he considerado que mi principal tarea es informar de todas aquellas noticias científicas de actualidad, como hacen mis compañeros de las secciones de Deportes o Nacional. Es decir, mi primera obligación es buscar noticias científicas allí donde se produzcan como un reportero de sucesos busca hechos noticiables, y con las mismas premisas que guían el trabajo en esas otras secciones del periódico (actualidad, importancia en su campo, interés del lector...). De esto se desprende que informamos sobre la última hora de lo que ocurre en el mundo de la ciencia, y no sobre lo que, a lo mejor, nos gustaría. En este sentido, siempre me he

considerado sobre todo un periodista especializado y no un divulgador. Existen, en nuestro país, divulgadores científicos que escriben en periódicos y revistas especializadas pero que no hacen periodismo científico, en tanto que no aportan noticias. Otra cuestión es que, evidentemente, al informar sobre un avance científico es importante que sea comprendido por los lectores y, en este sentido, sí realizamos divulgación. Cuanto más complicado es el asunto a tratar, más dosis de divulgación conlleva. Y generalmente este componente divulgativo es más apreciable cuando el género periodístico utilizado es el reportaje. Por lo tanto, pienso que los periodistas científicos deben, en primer lugar, informar, siendo la divulgación un componente añadido e importante según los casos.

11. Desconozco el porcentaje, pero evidentemente, como periodista, hay que conseguir la noticia e informar. Si en esta información figuran términos que pueden resultar farragosos para el lector no avezado, evidentemente hay que explicarlos. Quizá en este punto se hace divulgación.
12. Creo que la primera obligación en mi trabajo es la de informar. Ahora bien, en ciencia no se puede informar sin divulgar ya que, sobre todo en España, la cultura científica media es muy baja. No sabría decir en qué proporción exacta. Depende de cada momento y cada noticia. En asuntos más conocidos o más sencillos prima la información y en los más complejos un 50% o menos es información y el resto divulgación.
13. La obligación del periodista científico es informar, no divulgar. Por tanto, el periodista científico no tiene la obligación de divulgar. Otra cosa es que -en la mayor parte de los casos- el periodista científico deba divulgar como consecuencia del escaso nivel cultural que en cuanto a la ciencia tienen sus lectores (o receptores en términos amplios). Dicha necesidad de divulgar cambia de acuerdo al receptor tipo de cada medio de comunicación y, como es lógico, crece en función directa de la amplitud del público. Los medios generalistas requieren mucha divulgación y los especializados menos. En cuanto a qué divulgar y en qué medida, el asunto está tratado en detalle en mis Teoremas de Las Mil y Una Noches y de Las Muñecas Rusas. En todo caso, la divulgación es un problema, una dificultad que deben resolver tanto el periodismo científico como otros periodismos altamente especializados y que tratan de temas alejados de la cultura de masas, pero en ningún caso son su función. Los periodistas informan y los divulgadores divulgan...
14. En el mundo del periodismo, entendido en sentido lato, existen tres facetas generalmente complementarias aunque no obligatorias en todas las informaciones: la noticia pura y dura, el comentario explicativo y el comentario opinativo. En ciencia, las noticias no suelen ser bien comprendidas, así tal cual, y por eso suele venir bien algún apunte divulgativo. La opinión depende de: a) que te la pidan (no siempre es obvio); b) que estés capacitado (enterado) para darla. En cuanto a artículos de revista o libros, yo creo que todo vale. Divulgar es una forma de informar, sólo que de manera más personalizada y sistemática, no siempre con referencias noticiosas.

15. Hay que hacer divulgación como herramienta, muy a menudo, para exponer la información, las noticias, que es el objetivo de un periódico ya sea abordando la actualidad política, la economía, los deportes o la ciencia. No creo que la divulgación como tal sea función prioritaria de un diario, aunque acaba produciéndose inevitablemente al ir asociada al tratamiento de las noticias.
16. El periodista, como profesional de los medios de comunicación, puede y debe compaginar información y divulgación, aunque eso dependerá del tipo de medio en que trabaje y del puesto concreto que ocupe. Así, una revista mensual poca información podrá ofrecer y un periodista adscrito a una sección de noticias o a una agencia poca divulgación. Si nos centramos en los medios diarios, sobre todo escritos, es fácil combinar ambas facetas, pero conviene, eso sí, diferenciarlas claramente. Para mucha gente, el periodismo científico se agota en los reportajes "curiosos" con que a veces se adorna el periódico o la revista, pero difícilmente consideran que la ciencia sea una auténtica materia informativa, y mientras no se reconozca esta faceta difícilmente se abrirán mayores huecos para ellas en los medios de comunicación. La diferenciación entre divulgación e información es mi tema favorito y lo he expuesto en numerosas mesas redondas o conferencias sobre periodismo científico. En general, diré que la diferencia tiene muchos puntos: afecta al tiempo (la inmediatez de la noticia) al formato (más largo, tipo reportaje para la divulgación), al lenguaje (más preciso, conciso y con menos "explicaciones" sobre los términos especializados en la información), al titular (la divulgación se puede permitir expresiones más figurativas, literarias etc.) al transmisor (las noticias son privativas de los M.C. [Medios de Comunicación], la divulgación la hacen también libros, museos, conferencias, vídeos, películas...), al profesional (la información la hace necesariamente un periodista, o sea alguien que trabaja en o para un M.C., sea cual sea su procedencia educativa), al tratamiento diacrónico (la información DEBE seguir un tema de interés día a día, pero una revista de divulgación no repetirá un tema en dos números consecutivos), al receptor (la información puede adelantar una noticia incluso al científico especialista en ese tema). La dicotomía información/divulgación no es exclusiva de la ciencia, todas las áreas informativas tienen esa doble vertiente. *El País* por ejemplo saca cada semana un suplemento llamado "Domingo" donde ofrece de forma más extensa y analítica muchos temas de interés de los últimos días. Dice la Teoría de la Información (al menos eso estudié), que los M.C deben informar, formar y entretener. La información cubre el primer apartado y la divulgación el segundo. Sabernos combinar es difícil pero siempre hay que intentarlo. Yo, por ejemplo, me considero más divulgador que informador. No me llama tanto la atención ser el primero en dar una noticia como realizar un reportaje entretenido y que permita a la gente enterarse de las cosas asombrosas que la ciencia va descubriendo. No sabría, en cualquier caso, decir qué porcentaje de cada aspecto es el ideal. Creo que hay que ir a modelos donde ambas facetas tengan cabida. Un buen tratamiento diario de la información y algún tipo de suplemento divulgativo que profundice en los temas más interesantes.

17. La divulgación es y debe ser la base de la información científico-técnológica en la prensa no especializada, pero bien entendida. Divulgar no es rebajar los contenidos, sino hacerlos más comprensibles y, generalmente es la primera postura la que predomina, hasta el punto de que los contenidos técnicos prácticamente desaparecen en algunas publicaciones. El gran enemigo del periodismo científico-tecnológico en este país ha sido siempre la pretendida *minoría de edad* del lector para estos temas. En ninguna forma el periodista especializado debe caer en el error de echarse piedras en su propio tejado y utilizar esta fórmula, que durante tanto tiempo se ha utilizado de pretexto para desvalorizar los contenidos de las secciones de ciencia y tecnología y rebajar su protagonismo por parte de las direcciones de las publicaciones. Esa batalla la ganamos poco a poco desde finales de los ochenta pero ahora de nuevo la estamos perdiendo. Curiosamente a nadie se le ha ocurrido cuestionar que lo mismo -la poca capacidad del lector- se podría aplicar a las páginas de economía, más crípticas y enrevesadas que las tecnológicas, porque en este caso la complejidad se considera *madurez*.
18. El periodista tiene, primero, la obligación de informar de la manera más clara posible. Cuando se consigue, también se está divulgando.
19. La divulgación científica es la forma natural de transmitir información científica al gran público. La experiencia de *MUY* lo ha demostrado.

2ª PREGUNTA:

En el tratamiento informativo de la ciencia, qué lugar ocupa a su juicio la noticia astronómica o relacionada con el Espacio en el conjunto de las noticias científicas? ¿y con respecto a la innovación tecnológica?

1. En este momento, la noticia astronómica ocupa uno de los lugares preferentes en la información científica, porque la astrofísica y la cosmología parecen estar de moda, tanto por la cantidad y la calidad de los descubrimientos actuales como en la notable mejora tecnológica de los instrumentos y todo el aire que se está dando, en libros para el público, al Big Bang y a otros muchos temas dentro de esta materia.
2. La información relacionada con la astronomía y el espacio forma una parte importante en el conjunto de la información científica. Sólo la supera la información médica, creo. Sin embargo, a veces tengo la impresión de que cuanto más alejada es la fuente, véase Marte o Saturno, más trascendencia se le da. Las aplicaciones más prácticas o industriales parecen interesar menos. Y las puramente científicas, aún menos, salvo cuando son "aptas para todos los públicos" (eclipses, cometas).
3. El interés por conocer mejor el espacio exterior aumenta vertiginosamente. Estamos más cerca de las estrellas que de muchas de las hormonas que regulan el funcionamiento del cuerpo humano. La noticia astronómica o relacionada con el espacio es incluso a veces un asunto de primera plana, como ocurrió con el descubrimiento del meteorito marciano o la llegada de una sonda a Júpiter. Y seguro que sólo es el comienzo de toda una revolución que despegará plenamente cuando los vuelos espaciales sean una alternativa lujosa de turismo y cuando esté en funcionamiento la estación permanente ALFA. Y a partir de ahí, a esperar a que llegue el vuelo tripulado a Marte, que renovará la euforia por el Universo que ya desató la llegada del hombre a la Luna. El próximo siglo será el de la biología y la telemática, aunque las noticias astronómicas rivalizarán en importancia si se convence a la opinión pública de la utilidad y el provecho tan grande que puede sacar la humanidad de estos proyectos. Así también los gobiernos se verán obligados a financiar la investigación aerospacial.
4. Un lugar muy destacado, porque se trata de noticias que tienen la virtud de ser a la vez atractivas y divulgativas, especialmente en las noticias relacionadas con la astronáutica y las misiones espaciales. La información puramente astronómica ha ganado sitio en los últimos cinco años en el conjunto de noticias científicas, entre otros motivos, por los descubrimientos del Hubble y los principales centros de observación internacional. Sin embargo, estoy convencido de que la astronomía no es ajena a los tiempos de fuerte competencia que vive la sociedad, lo que se traduce en que asistamos, en muchas ocasiones, a un exceso de información propiciado por el afán de determinados grupos de investigadores, que quieren adelantarse a otros en dar a conocer algún experimento, trabajo o supuesto descubrimiento. Es evidente, también, que en las noticias espaciales la

prensa está sometida a los vaivenes de la política de la NASA, y uno de los mejores ejemplos es lo que ha ocurrido con el famoso meteorito "procedente de Marte".

5. Cada vez ocupa más porque cada vez pasan más cosas porque cada vez hay más centros de información sobre el espacio y cada vez hay más cacharros ahí arriba observando y, por tanto, cada vez se invierte más en mirar el espacio. ¿Proporciones? Depende de medios, gustos, fobias, etc.
6. La noticia astronómica relacionada con el espacio (telescopios espaciales, cacharrería varia) ocupa mucho sitio. La noticia astronómica de por sí (objetos celestes) también, pero menos. Y por supuesto en el éxito de la noticia astronómica pueden hacerse distinciones: una estrella variable Mira (por ejemplo) raramente será noticia, mientras que el Big Bang o los agujeros negros suelen serlo siempre. Con respecto a la innovación tecnológica creo que también prima la astronomía, salvo que el invento en cuestión sea realmente "gordo".
7. La noticia astronómica, junto a la astronáutica, ocupa un lugar considerable, lo mismo que la medicina. Las noticias que generan son normalmente atractivas y en los reservorios de material periodístico suele verse que su número supera al de otros campos científicos. Sin embargo, su tratamiento en los medios de comunicación suele ser muy banal, incluso erróneo, falta de rigor. En el campo tecnológico, la informática y los ordenadores suelen ser más tratados. No se destaca tanto la tecnología astronómica y astronáutica como los "descubrimientos" que son capaces de generar.
8. La astronomía ocupa un lugar preponderante en la noticia científica, especialmente si se la entiende en el sentido restringido, como "reportaje sobre avances de investigación publicados en *journals* internacionales con referato". En la década de 1960, de acuerdo con mediciones hechas por Meadows, la carrera espacial entre los EE.UU. y la URSS puso al espacio a la cabeza de la lista de los temas científicos de mayor interés, para ceder luego gradualmente al auge de las ciencias de la salud. No conozco mediciones actuales, pero en mi archivo de recortes periodísticos la carpeta de astrociencias es sólo superada en volumen por las de ecología y salud. En cuanto a la innovación tecnológica es poco lo que puedo decir, salvo que desde el punto de vista del periodismo científico de calidad, y de la divulgación científica, es tan abundante en volumen como pobre en contenidos, y no me parece comparable con la cobertura de temas astronómicos.
9. Actualmente ocupa un lugar privilegiado. Todo lo relacionado con el cosmos tiene una buena aceptación. Asimismo, la información relacionada con la conquista del espacio ("la última frontera") es bien recibida por los lectores de TRIBUNA.
10. En términos generales, las noticias sobre astronomía y el espacio ocupan un lugar muy destacado. No es de extrañar porque son muy demandadas por los lectores y resultan muy agradecidas periodísticamente por varios motivos, como puede ser la utilización de infografía. Sin embargo, la noticia astronómica debe competir con otras surgidas en otras disciplinas donde la generación de avances es incluso más rápida, como la biociencia. Es

en el día a día, conocido el espacio disponible y las noticias concretas, cuando se debe proceder a la valoración en la Redacción del periódico. Puede ocurrir que un avance significativo en astronomía pueda quedar oscurecido por una biomédica de mucho mayor impacto o viceversa. Pero en líneas generales, las noticias de astronomía y espacio salen bien paradas. Por el contrario, las noticias de tecnología sufren en general el arrollador impacto de la información sobre biomedicina y astronomía.

11. Ocupa un papel de primer orden cuando se trata, precisamente, de una noticia. Cuando no lo es, queda relegada a tercer o cuarto lugar. Esto es obvio. Es decir, el espacio está en función de lo que es noticia y, dentro de ello, hay que valorarlo con criterios periodísticos.
12. Las noticias relacionadas con el espacio y las astronómicas son las que mayor lugar ocupan, unidas a las de biomedicina. Existen dos razones para ello. La primera es que según todos los datos (encuestas, n. de ventas, etc.), los lectores se interesan mucho por ellas. Y, además y por esa razón, en los medios generales es más sencillo convencer a un redactor jefe o un director del interés de publicar noticias relacionadas con el espacio o la astronomía. Por lo que se refiere a la innovación tecnológica en astronomía y espacio la diferencia es grandísima. Publicamos muy poco y, según mi opinión, lo que publicamos en general no es muy bueno. Además, estoy particularmente interesada por las aplicaciones de todos estos desarrollos pues me parece esencial que la gente sepa si el dinero que se gasta de los presupuestos tiene más objetivos que el mero conocimiento.
13. En mi apreciación subjetiva (carezco de información estadística), la información sobre asuntos astronómicos y espaciales ocupa un lugar muy importante dentro de la información sobre ciencia. Probablemente (insisto en la subjetividad de mi apreciación), en segundo lugar respecto a salud, que creo sin duda ocupa el primero. En cuanto a la información sobre la innovación tecnológica, la asociada directamente con la astronomía o el espacio es muy escasa.
14. Las noticias científicas son "vendibles" esencialmente por dos causas: porque nos afectan directamente (caso de la posible vacuna contra el cáncer, o la dichosa *viagra*) o bien porque estimulan nuestra fantasía (es el caso de la mayor parte de las noticias astronómicas). Así, pues, la astronomía, que dejaría frío a la mayor parte de los ciudadanos, seduce por su magia, se estimula a la imaginación. Y ocupa un lugar bastante importante. No tanto, en cambio, respecto a la innovación tecnológica; "vende" mucho peor la enorme cantidad de tecnología que requieren las modernas observaciones. Y se ignora casi todo de los requerimientos complejos de estas observaciones. A mí me parece que la gente sigue creyendo que en los telescopios se sigue mirando por el canutillo durante toda la noche...
15. En los últimos años, la astronomía, o más exactamente las astropartículas (astrofísica más física de partículas) ocupan el primer lugar, junto con la biología molecular, tanto en la cantidad de noticias que se produce como en la extensión del tratamiento que reciben. Se debe, posiblemente, a que nuevos instrumentos de observación generan

descubrimientos constantemente y al interés de los lectores que creo que tienen por estos temas. Además, como esos instrumentos pertenecen a instituciones poderosas y bien organizadas, hay una avalancha constante de información razonablemente buena, pese que a hay que tener mucho cuidado con las exageraciones del impacto de hallazgos "cantados" por algunas organizaciones en que se producen. En tanto que la información sobre la actualidad científica debe ocuparse prioritariamente de las noticias (novedades), estamos muy pendientes de las publicaciones, y en las revistas de mayor impacto astrofísica y biología suman un porcentaje muy alto del número de "papers". En cuanto a la innovación tecnológica, también se informa extensa y puntualmente respecto a nuevos instrumentos, satélites de observación, telescopios.

16. Aunque siempre se podría desear una mayor atención de los medios de comunicación a los temas astronómicos, comparado con el hueco otorgado a otras disciplinas creo que es el que más atención recibe. El indudable atractivo que estos temas tienen para el público en general (y para los miembros del *staff* de un M.C. que al fin y al cabo son los que deciden los contenidos) facilita su inclusión. En general, la astronomía (mucho más si incluimos la astronáutica) y la genética creo que son las áreas con mayor presencia en los M.C. diarios y, aún más, en las revistas de divulgación. Respecto a la innovación tecnológica creo que en general tiene poca relevancia informativa, salvo en temas muy concretos, como telecomunicaciones (Internet, informática, telefonía, televisión). El meollo de la tecnología son las mejoras que introducen en TODOS los sectores productivos y su relación con la competitividad económica, pero esto suele quedar relegado a la prensa económica. La astronomía no suele ser presentada tampoco como un área de innovación tecnológica o donde esta innovación proporcione los medios para avanzar en el conocimiento.
17. Las noticias astronómicas fueron pioneras del periodismo científico desde mediados de los años sesenta, unidas a los avances de la astronáutica, por entonces un tema enormemente popular. Como todas las noticias científicas -que aún no tecnológicas- de aquella época, su tratamiento era superficial, e incluso fatuo, en un intento de dotarlas de espectacularidad. A mediados de los ochenta y gracias a la gran labor realizada por el IAC y otros institutos, la valoración técnica creció en los contenidos. Los avances de la NASA, sobre todo con el enorme reto del telescopio espacial Hubble y sus problemas de funcionamiento y reparación final, captó la atención de los lectores, que tuvo aún un momento espectacular con el seguimiento del cometa Halley. Luego la información ha decaído y ahora languidece en forma anecdótica, salvo en algunas publicaciones, como *El País*, donde Alicia Rivera le da un tratamiento preferente, y las *Noticias de la 2*, a las 22:00, que presenta Lorenzo Milá, que lleva varios años siguiendo puntualmente todos los eventos en este campo. Este planteamiento se puede hacer extensivo a toda la información tecnológica, entre otros factores porque gran parte de esta información ya no es elaborada por periodistas especializados sino por jóvenes periodistas sin experiencia,

metidos en el *cajón de sastre* de Sociedad y cuyo sueño es dar pronto el gran salto a Cultura, Laboral, Política o Deportes.

18. Las noticias relacionadas con la astronomía tienen cada vez más relevancia. El público siente verdadero interés por estos temas. Después de los temas de salud y espacio, es quizás lo que más agradecen los lectores.
19. Las noticias astronómicas son de las que más interés despiertan, junto con las de medicina, pero no suelen darse acontecimientos con tanta frecuencia como en este último tema.

3ª PREGUNTA:

¿Cuáles son hoy en día las mejores fuentes de información para un periodista científico? ¿y en concreto para temas de astronomía o espaciales?

1. Tanto para temas de astronomía o espaciales como para los demás temas científicos de punta, las fuentes siguen siendo los centros de investigación, los investigadores, las revistas especializadas, los libros y desde hace poco tiempo, Internet, donde está prácticamente toda la gran ciencia, de vanguardia o no, que se hace en los grandes países.
2. Las revistas, las agencias espaciales, las agrupaciones astronómicas, las universidades y la industria del sector, por este orden, más o menos.
3. Las Universidades en España investigan más de lo que se podría pensar por el dinero que manejan. Por eso es útil no perder el contacto con los grupos de trabajo que allí se forman, así como seguir algunas tesis que se preparan y que pueden ser muy interesantes. Aparte de eso, es conveniente perder el tiempo en los simposios y congresos científicos. Siempre se conocen personas cuyo trabajo servirá para enriquecer el periodismo científico.
4. a) Si las hay, creo que las mejores fuentes de información deben ser los propios investigadores, aunque en el periodismo científico dudo que se pueda hablar de este concepto. No existen fuentes de información tan vastas como en la información política, en la que sólo una institución como el Congreso de los Diputados mueve diariamente decenas de noticias. El Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), no obstante, ha optado recientemente por la estrategia de enviar noticias a los medios de información con más frecuencia que antes. b) Internacionalmente, la NASA es evidentemente una de las mayores -no digo de las mejores- fuentes de información sobre temas espaciales. En España, es obvio que el IAC tiene un papel destacado, pero tiene una asignatura que aprobar: en la Península no es suficientemente conocido, salvo en los ámbitos especializados. Si le preguntas a la gente de la calle por el Instituto de Astrofísica de Canarias casi nadie sabe lo que es.
5. Internet, sin ningún género de dudas.
6. Las mejores fuentes de información para un periodista científico son siempre los científicos, por supuesto avalados por sus publicaciones. En astronomía y espacio las agencias espaciales, sobre todo la NASA, se han erigido últimamente en fuente de las fuentes, lo que no quiere decir que sean las mejores.
7. Sin duda, últimamente Internet se ha convertido en el lugar adecuado para encontrar este tipo de información. Y dentro de este medio, las webs y listas de correo de agencias de prensa, centros de investigación, agencias científicas (como la NASA), empresas, etc. En mi caso, la realización de mi boletín *Noticias del Espacio* se basa en una alta proporción en esta vía de llegada de noticias. Siguen llegando faxes, notas de prensa por correo, etc., pero Internet es mucho más inmediato, y permite disponer de fotografías, etc.

8. La mejor fuente son hoy y siempre los *journals* y los científicos, en ese orden, y la mejor herramienta, servicios informáticos como *Eurekalert*, de la AAAS, *Media Resources Service*, de la *Novartis Foundation*, y el *Institute for Scientific Information (ISI)*.
9. Los propios científicos, Internet, las revistas especializadas (como *Nature*) y los gabinetes de prensa de los distintos organismos. Entre ellos, el del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) o el del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).
10. La mejor fuente, como en el resto de los casos, son las revistas internacionales de impacto con sistema de arbitraje o *peer review*, ya que garantizan que los trabajos han sido sometidos a una revisión por expertos independientes. En astronomía, este criterio es igualmente válido. También son fuentes de primer orden los institutos científicos, tipo IAC, y las agencias espaciales norteamericana y europea, con ciertas precauciones porque en el caso de la NASA se dan frecuentemente a conocer hallazgos que todavía no han sido publicados y evaluados por científicos de otros organismos.
11. Las que facilitan aquellos circuitos científicos con solvencia. Por ejemplo, las revistas científicas con *peer review*. También hay que mencionar universidades, centros de investigación y las grandes Agencias.
12. En las noticias de astronomía y espacio la principal fuente son las grandes revistas científicas (*Science*, *Nature*, etc.). Según mi opinión, de forma desmesurada. La segunda fuente es el contacto con los científicos. Siempre personal y, generalmente, fruto de años de relación. El contacto con institutos, facultades y centros de investigación es muy escaso y esto me parece que crea una enorme dificultad para los periodistas.
13. Sigo pensando que las principales fuentes son las fuentes... Es decir, los protagonistas de la información y sus publicaciones especializadas. En ese sentido, la labor de los gabinetes de prensa es muy importante en ciencia.
14. Como en casi todo, las agencias de noticias y las revistas especializadas. En casos aislados, los propios observatorios. En TV se agradece mucho la cesión gratuita de imágenes en formato profesional; si le mandas a un telediario una buena imagen - simulada en colorines, claro- de casi cualquier cosa astronómica, es casi seguro que la pondrán de cierre, con algún comentario (hay que adjuntar algún texto no incomprensible).
15. Publicaciones en revistas científicas (*peer review*), congresos e información suministrada por las propias instituciones (universidades, laboratorios, institutos, etc.) en que se producen los descubrimientos. También juegan un papel clave las informaciones que nos dan nuestras fuentes, sobre todo para estar al tanto y pendientes de acontecimientos.
16. Las fuentes son las de siempre: los científicos, las instituciones donde trabajan, los centros políticos de decisión (Secretaría de Estado, CSIC, Comisión Europea), las revistas especializadas, los congresos y ahora Internet. Calificarlas de mejores o peores es difícil. Creo que lo importante es no depender de una sola, buscar diferentes opiniones y contrastarlas, porque todas las fuentes tienen siempre sus propios intereses y pueden intentar dar mayor relieve del que tiene a

una noticia. En temas de astronomía y espacio las fuentes más habituales (y creo que todas ellas bastante fiables) son el IAC, el IAA, la ESA, la NASA, el LAEFF, el INTA, Arianespace, y otras menos importantes. Yo recorro con cierta frecuencia a directores de planetario (Pamplona y Madrid), a las revistas como el *ESA Bulletin*, los kits informativos de ESA y NASA, la documentación del IAC, etc. y también mucho a Internet, donde hay multitud de fuentes.

17. Aparte de la gran labor que se está haciendo en los institutos de astrofísica españoles para dar noticias de Astronomía, las fuentes más fiables y cercanas al periodista son las agencias de astronáutica, como la NASA y la ESA y algunas agencias de prensa internacionales, como *Reuter* o *France Press*, tanto por fax como por sus páginas web de Internet. El contacto directo que en los años ochenta se tenía con determinados científicos ya es poco relevante, al no existir una interlocución especializada en los medios.
18. Las mejores fuentes son siempre los propios investigadores, sobre todo los que trabajan en observatorios y agencias espaciales.
19. Las mejores fuentes para la información científica suelen ser las revistas y diarios, tanto las especializadas para investigadores, como las más divulgativas.

4ª PREGUNTA:

¿Cómo se defiende el periodista científico de los intentos de manipulación informativa por parte de algunas fuentes? ¿Considera que Internet aumenta el peligro de manipulación?

1. El periodista científico se defiende por la especialización y por su manejo de fuentes diversas y fiables. Internet es un instrumento valioso, pero arriesgado. Hay que saber quién lo dice para tener una idea de la validez del material. Y esto solamente lo da la experiencia.
2. Pues se defiende como en cualquier otra información, contrastando más de una fuente. Internet no aumenta el peligro de manipulación.
3. La mejor defensa contra la manipulación es contrastar cada noticia o bien contextualizarla con una buena documentación sobre el asunto. En cuanto a Internet, es preciso no dar todo lo que ofrece por bueno, pero sí seguir la pista de lo que allí se encuentra.
4. a) Con olfato, como en el resto de los ámbitos de información. Por un lado es teóricamente más fácil ser manipulado al tratarse de información compleja, de difícil comprensión (el investigador puede intentar engañar al periodista con datos que no están a su alcance), pero en la práctica no es difícil detectar a este tipo de fuentes de información, porque casi siempre los delata su afán de protagonismo. b) Internet es fuente de todo. Desde las informaciones más hermosas a las noticias más bajas. Por sí misma no aumenta el peligro de manipulación, ya que éste es producto, en todo caso, de la ignorancia de quien da crédito a una noticia falsa.
5. Sabiendo cada vez más, leyendo cada vez más, contrastando siempre las opiniones y no aceptando nunca lo que digan las agencias de noticias ni los gabinetes de prensa sin verificarlo con otras fuentes. Nada aumenta el peligro de nada tanto como la desidia, la vaguera, la pereza y la falta de profesionalidad. Internet, de eso, tampoco tiene la culpa.
6. Consultando otras fuentes y teniendo sentido crítico y formación. Lo mismo vale para Internet: la red no es una fuente en sí misma, sólo un canal que facilita enormemente el acceso a la información y por supuesto a sus fuentes. Si sucede que esta facilidad de acceso a la información puede hacer que los periodistas bajen la guardia y se dejen colar gato por liebre..., pero la receta para combatir eso no varía respecto al mundo 'real': más sentido crítico y más fuentes.
7. Al contrario. En Internet se facilita el acceso a otras fuentes que cubren la misma noticia en todas sus caras y es posible discernir dónde se encuentra el mayor índice de exactitud. De todas formas, yo defiendo la máxima especialización de los periodistas, y éstos no deberían dejarse atrapar, gracias a sus conocimientos, por ningún tipo de manipulación.
8. La mejor defensa es una combinación de creer sólo lo que los científicos dicen en sus *papers*, tomar con pinzas lo que comentan *off the record*, verificar la información con

fuentes independientes, ejercer una sana crítica y no dar nada por cierto que no sea apoyado con evidencias convincentes. Distinguir claramente las expresiones de deseos de los hechos reales; separar las hipótesis, el método, los resultados, las conclusiones y la discusión, y asignar a cada una su grado de credibilidad propio. Las estrategias de manipulación de las fuentes no son en periodismo científico muy diferentes que en otros campos, con la salvedad de que los científicos tienen en general menos dinero y oportunidades de tentar a los periodistas que otras fuentes, aunque hay excepciones, como la de la NASA, con sus muy discutidas "becas", o las multinacionales farmacéuticas, que son poderosas compradoras de espacio publicitario en los medios. La Internet ofrece una invaluable oportunidad a periodistas perezosos y negligentes de despachar rápidamente una página sin tener que moverse de la redacción, e impresionar a sus jefes con una deslumbrante industrioidad, que hace parecer que a la mañana estuvieron haciendo un reportaje en *Jet Propulsion Laboratory*, a la tarde en el *Jülich Kernforschungszenter*, y a la noche en el *Institut Pasteur*. Aquí me parece que el problema es más bien del editor, que del reportero o corresponsal científico. La Internet se presta también -y ha sido utilizada ya- para difundir falsas noticias científicas y rumores infundados, anónimamente; un buen periodista sabe separar la paja del trigo.

9. La defensa es bastante difícil. Aunque no siempre es posible, la única forma posible de defenderse para contrastar la "supuesta noticia". Internet puede incrementar la desinformación, pero es una herramienta imprescindible para los periodistas científicos.
10. Con uñas y dientes, si es necesario. Internet ha cambiado la forma de trabajar del periodista científico, porque permite el acceso directo y rápido a las fuentes de información, donde quieran que estén. Pero también es verdad que Internet es la mayor fuente de pseudociencia actualmente. No obstante, basta con tener claro cuáles son las fuentes relevantes y solventes para evitar el problema.
11. Se defiende, precisamente, con conocimientos sobre el estado de la cuestión, es decir como dicen los anglosajones con el *state of art*. Para ello, es fundamental asistir a congresos científicos de diversas disciplinas y contar con los contactos pertinentes. Y esto no se consigue de la noche a la mañana. Internet, como cualquier otro medio, pongo por caso los gabinetes de imagen, pueden intentar manipular, pero con los datos en la mano, es simplemente imposible hacerlo.
12. En eso sí me parece que somos exactamente igual que el resto de los periodistas. La defensa de la manipulación es el núcleo de nuestro oficio. Aprendes a defenderte estando preparado, muy informado y con los años de experiencia. No me parece que Internet aumente en absoluto el peligro. Si eres manipulable lo eres con o sin Internet.
13. El periodista científico se defiende muy mal de la manipulación, todo juega en su contra (falta de tiempo y falta de información y conocimiento), una vez más la única defensa posible es contar con fuentes de referencia (en el próximo número de *Periodismo Científico* publico un breve artículo sobre ese tema).

14. Mal. Depende de la cultura científica de cada cual; pero el periodista es fácilmente engañable, sobre todo en temas de medio ambiente, donde se confunde el militantismo con la equidad, y se tiende a creer al que denuncia algo malo, aunque no aporte pruebas. En el caso de la gran ciencia, es difícil defenderse contra defraudadores tipo memoria del agua, fusión fría, o fusión con molibdeno y agua, etc. Internet ofrece de todo, sin criba alguna; si uno va a una buena universidad y encuentra un buen artículo de un buen autor, pues vale. Si uno va a una página dudosa y encuentra cosas dudosas, ya sabe...
15. Contrastando y verificando, como cualquier periodista. La experiencia y los criterios claros de valoración simplifican las cosas. Internet supone una avalancha de información para bien y para mal: aumenta la cantidad de información y aumenta la dosis de manipulación que siempre ha ido unida a ella. Al mismo tiempo proporciona un medio adecuado para contrastar, comprobar, verificar y consultar con la comunidad científica con agilidad. ¿Cómo se defiende un periodista de la manipulación? Contrastando todo, teniendo presentes los criterios de calidad y poniendo "en cuarentena" (casi siempre) las noticias científicas anunciadas en rueda de prensa sin una publicación o presentación en congreso que la avale.
16. Se defiende contrastando, como decía antes. Es importante la experiencia, porque muchas veces es fácil detectar cuando la "moto" está defectuosa, incluso sin necesidad de haber consultado con otros expertos. Un problema añadido es que el periodista establezca una relación excesivamente amistosa con un científico, porque ello puede repercutir en su trabajo, haciéndolo algo tendencioso, incluso aunque intente que ello no ocurra. En cualquier caso creo que es un tema complicado y no tiene una fórmula magistral que lo resuelva, es un riesgo asociado siempre al propio acto informativo y ocurre en todas las áreas. No creo que Internet incremente el riesgo. Más bien lo puede atenuar, ya que pone a disposición del periodista el acceso rápido y directo a muchas más fuentes, y lo importante es, precisamente, contrastar.
17. Este es uno de los mayores peligros. No hay criterios rigurosos a la hora de seleccionar y valorar la información y, en algunos casos, la fuente desvirtúa accidental o desinteresadamente la propia información y no hay bastantes profesionales con un seguimiento de años sobre los avances astronómicos para discriminar lo que de verdad es noticia y lo que ya no lo es. Internet puede ser una fuente de contaminación, al ser una tribuna pública donde cualquiera puede exponer su opinión a favor o en contra de un desarrollo tecnológico, pero sus virtudes son, con mucho, superiores a sus defectos. Navegando por Internet se puede acceder a fuentes muy variadas que permiten documentar exhaustivamente cualquier aspecto de la astronomía y los contenidos rigurosos prevalecen sobre los poco serios.
18. La mejor manera de defenderse es informándose previamente sobre el tema a tratar con el investigador. Luego, contrastando la información obtenida con otros científicos.

19. Internet, de momento ofrece más fuentes y opciones que posibilidades de manipulación. La defensa para un periodista para no ser manipulado es, simplemente, no perder de vista su objetivo de resaltar la noticia principal y explicarla en su contexto.

5ª PREGUNTA:

¿Qué opinión le merece la labor de los gabinetes de prensa de los centros de investigación y otras instituciones?

1. Los gabinetes de prensa de centros de investigación tienen, como tantas cosas en la vida, varios aspectos. Si se usan para informar a los medios, me parecen muy bien; si son utilizados para interponerse entre los científicos y los periodistas, ya no me parecen tan bien. En todo caso, son imprescindibles hoy, con la condición de que estén no sólo al servicio de los centros, sino de los periodistas.
2. Bien, a veces fundamental, aunque disminuye a medida que conoces más al personal investigador.
3. Los gabinetes de prensa dedicados a divulgar ciencia funcionan muy bien, al menos mucho mejor que otros dedicados a la gestión pública. Rara vez hay impedimentos u obstáculos para promocionar avances científicos, quizá porque hasta hace pocos años en España han estado marginados.
4. En general muy pobre. Al menos en la prensa española los gabinetes de prensa más activos son los de los partidos políticos, los ministerios e instituciones oficiales de gobierno, incluidas las de ámbito local. En el polo opuesto, conozco muy pocos centros de investigación, salvo los de mayor envergadura, que dispongan no ya de un gabinete de comunicación, sino siquiera de una persona encargada de relaciones con los medios informativos.
5. Venden su producto, como se dice hoy en día. Yo no estoy en el negocio de vender el producto de nadie, sino de tratar de informar a los lectores según mis mejores capacidades y al límite de lo que sé. O sea, somos antagónicos, porque siempre sé más que ellos y tenemos públicos diferentes. Yo soy el de ellos. Los lectores, el mío. No es una relación muy sana, pero, como dice un amigo chileno, las cosas son como son y lo demás son *huevadas*.
6. En algunos casos bien, en otros un desastre. Creo que los gabinetes de prensa deberían facilitar la labor del periodista siempre, no sólo cuando quieren vender algo. Creo que esto, al menos en España, no siempre es así.
7. Me parece adecuada si entre sus preferencias está la máxima divulgación de lo que tratan de divulgar. Por muy completas que sean sus notas de prensa, sirven menos si sólo se hacen llegar a agencias como EFE y otras, donde se pierden entre la marabunta de otras noticias. Hoy en día es inexcusable no volcar toda esta información en Internet para que otros medios menores tengan acceso a ella con el mínimo coste. Conseguido esto, podrá exigirse más.
8. En materia de gabinetes de prensa de instituciones científicas, hay de todo como en la viña del Señor. De nuevo, la cuestión pasa por qué clase de comunicación pública quiere la institución y qué función le asigna al gabinete de prensa. En ese sentido me parece

muy interesante el estudio de Fayard sobre la política de comunicación pública de las instituciones científicas francesas y su efectividad (o falta de ella). En mi experiencia profesional, los mejores gabinetes de prensa son los que mantienen informados con agilidad a sus contactos en los medios y que renuncian a ser intermediarios entre periodistas y científicos. El que más he admirado es el servicio montado en la Universidad de Sao Paulo, Brasil, por Manuel Carlos Chaparro, en la década de 1980, que suministraba sistemáticamente fichas orientativas con descripciones claras de las investigaciones y nombres y teléfonos de contacto de sus autores, y puso a la USP en primera plana en la prensa brasileña. Detesto los gabinetes de prensa que se dedican a cambiar favores: exclusivas vs. tratamiento preferencial. Y los que confunden los intereses institucionales con los del público de los medios, y los que sirven a la vanidad y la promoción personal de las autoridades institucionales.

9. Depende de los organismos. Tal y como he dicho antes, el IAC. El CSIC y el propio INTA facilitan la labor de los medios de comunicación. Pero no es la regla general.
10. Absolutamente necesaria, pero en líneas generales deja bastante que desear. Hay ejemplos clamorosos de competencia y también de incompetencia. Entre los primeros figura el del IAC.
11. En términos generales, excelente. Es decir, la profesionalidad se nota cuando al frente de ellos se encuentra un periodista y no un comunicador.
12. En España, es prácticamente inexistente. Al contrario de lo que ocurre en otros campos en los que los gabinetes de prensa son muy activos y existe un gran contacto entre ellos y los periodistas, en ciencia cuando el gabinete de prensa existe (lo que no es habitual) la relación es mucho menor. Creo que la razón es que no se tiene conciencia de que haya que contar la ciencia y esto es un auténtico problema para los periodistas.
13. Los gabinetes de prensa son fundamentales en ciencia. Respecto a cómo funcionan... Hay de todo, como es lógico. Pero así como en otros terrenos la labor de los gabinetes es con frecuencia discutible, en ciencia es indudablemente útil.
14. En general, venden más la imagen del señorito o de la política llevada a cabo que los contenidos "neutrales" de lo que se hace. Con todo, la cosa ha mejorado notablemente en estos últimos lustros. Me da la impresión de que en esos centros todavía no se han enterado de la enorme importancia que tiene salir a la palestra pública a "vender" bien lo que se hace. En el IAC, se puso un poco una pica en Flandes...
15. Depende, algunos son muy rigurosos y realmente ayudan dando a conocer los avances sin intentar embaucar a los periodistas, y otros hay que "pillarlos con pinzas". A menudo fallan porque no avisan con tiempo de las cosas (la correcta política de embargos funciona bien en el mundo anglosajón y en España parece que no se sabe aprovechar). Para un periodista lo ideal es que un gabinete de prensa (con gente preparada y conocedora del tema que trata) te avise de todo pero que no te agobie, que te ponga facilidades para tratar la información como tú quieras, y que no intente capitalizar todo

inmediatamente (un trabajo correcto se luce a la larga por la eficacia con los medios, no por el número de recortes de prensa que aparecen ante un acontecimiento determinado, cuestión que en muchos casos parece el único objetivo, sobre todo si el protagonista del asunto que te quieren "vender" es el jefe). Son realmente insoportables algunos gabinetes de prensa cuya política, desde hace algunos años y sobre todo en organismos de la Administración del Estado, se reduce a: uno, lucir al "dire"; y, dos, actuar como "comisario político" dentro del organismo impidiendo que los periodistas tengan acceso libre a los investigadores, y viceversa, sin pasar por el control del gabinete de prensa.

16. En general creo que cumplen una función importante para la propia institución, pero menos para el informador. Resulta cómodo llamar a un gabinete para conseguir localizar a la persona adecuada al tema que el periodista quiera tratar, pero eso también se conseguiría llamando al director o a algún conocido dentro de la institución (se supone que un periodista científico conoce gente en la mayor parte de los centros de investigación). También facilitan que la información que produce el centro lleve unos estándares adecuados ya que si dependiese de los propios investigadores sería bastante heterogéneo y a veces intragable. A mí me parece muy bien que existan estos gabinetes, aunque creo que podría hacer mi trabajo igual sin ellos. Lo que no me gusta es que, en ocasiones, intenten convertirse en el monopolio de acceso a la institución. Sé de algunos que han conseguido que la institución prohíba a los científicos atender directamente a los periodistas sin pasar por el gabinete de prensa. Eso me parece escandaloso.
17. Los gabinetes de prensa de los centros de investigación han realizado, en gran medida, una formidable labor de siembra, predicando en muchos casos en el desierto de la incompreensión. A la larga han obtenido buenos resultados, el Instituto de Astrofísica de Canarias, principalmente, y algo menos el de Andalucía, que han estado presentes puntualmente en las páginas de los periódicos y de las revistas desde finales de los setenta. Por contra, se echa de menos que la noticia puntual breve haya sido el marco preferente para esta información y que no se haya efectuado un desarrollo de contenidos en amplitud salvo en momentos esporádicos, como la gran repercusión social que han tenido en España, y en todo el mundo, las fulgurantes apariciones de Stephen Hawking, el único fenómeno de masas del sector.
18. Los gabinetes de prensa son fundamentales. Ahora bien, normalmente dejan bastante que desear, sobre todo, los de los centros públicos. Suelen ser muy lentos a la hora de hacer gestiones. También, claro está, hay excepciones.
19. Los gabinetes de prensa de los centros de investigación a veces ayudan en la labor informativa de los periodistas, otras no ayudan o simplemente envían la información burocrática.

6ª PREGUNTA:

¿Cuáles han sido a su juicio las 10 noticias astronómicas de mayor repercusión en los medios de comunicación en la década de los noventa?

1. No sigo esta información como cuando estaba en activo en el periodismo, y por tanto, no podría responder de modo interesante. Yo creo que:

- los descubrimientos del Hubble
- las teorías sobre el origen del Universo
- las especulaciones sobre su final
- la búsqueda de vida inteligente
- y el estudio del sistema solar

están entre los temas de mayor interés para el público, y, por tanto, para los medios.

2. Me dedico a estos menesteres desde hace dos o tres años. Citaré unas cuantas, incluyendo a la industria espacial:

- misiones Mars Pathfinder & Global Surveyor + agua y vida en Marte
- Mir
- Estación Espacial Internacional
- agua en la Luna
- Galileo & Europa
- construcción de telescopios (los Keck y el GTC)
- historias varias de meteoritos
- astronautas españoles
- eclipses y cometas
- satélites de telecomunicaciones
- basura espacial
- origen del Universo...

3. [Lista propuesta]:

- telescopio Hubble
- sonda Galileo
- meteorito de Marte
- Estación Mir
- nuevos planetas fuera del sistema solar
- descubrimiento de agua en la Luna
- Mars Pathfinder
- estudio de los cometas
- supernovas

4. Es difícil destacar 10 de entre todas, porque ha habido muchas y no de todas puede afirmarse que hayan tenido gran impacto. Cito algunas, pero no por orden de importancia:

- eclipse total de Sol del 11 de julio de 1991
- colisión del cometa Shoemaker-Levy contra Júpiter
- la mayor parte de los descubrimientos hechos con el Hubble y, también, la miopía que se le detectó tras ser colocado en órbita
- las apariciones de los cometas Hyakutake y Hale-Bopp
- la llegada de la Mars Pathfinder a Marte y las excursiones del Rover por su superficie
- los descubrimientos de planetas extrasolares en torno a estrellas
- la materia oscura
- los hielos flotantes de Europa
- las muertes de Carl Sagan e Isaac Asimov

5. [Lista propuesta]:

- Todo lo que tiene que ver con las galaxias nuevas
- las radiaciones gamma
- los nuevos planetas y esas cosas

6. [Lista propuesta]:

- la vuelta a Marte
- el lanzamiento y reparación del Hubble
- los indicios de vida (!!) en el meteorito marciano (si se puede considerar astronómico)
- hallazgo de planetas extrasolares
- cometas varios
- los telescopios gigantes
- el *Deep Field* del Hubble
- en general, el mayor conocimiento de los agujeros negros y de los parámetros cosmológicos...

Y creo que ya. No llego a diez sin incluir temas espaciales como:

- la Mir
- la Estación Internacional
- o los astronautas

7. Normalmente, se trata de las noticias más atrayentes, no las más importantes. No sabría decir las 10 con más repercusión, pero sí que podríamos incluir:

- el tema de la posible vida en el meteorito marciano
- el océano bajo la luna Europa
- las constantes noticias de la labor del Hubble
- y los grandes telescopios actuales, etc.

Claro está, ha tenido una gran resonancia:

- la misión de la Mars Pathfinder, pero su importancia es ínfima (se trataba de una misión tecnológica) comparada con otras que han pasado más desapercibidas.
8. No llevo *rankings*, ni siquiera informalmente. No me atrae el periodismo-espectáculo, que depende de la mitificación de los acontecimientos y la selección exitista de las noticias. Las respuestas legítimas a estas preguntas deben encontrarse en los estudios cuantitativos de los medios y confrontarse con los estudios cientométricos, que indican claramente cuál es el peso relativo de cada disciplina y cada línea de investigación en la realidad de la ciencia. No creo que haya lugar acá para respuestas "intuitivas".
9. [Lista propuesta]:
- la termografía del universo primitivo que captó el satélite COBE y que presentó George Smoot en 1992
 - la confirmación de la existencia de los agujeros negros (imagen de uno de ellos obtenida en 1995 en la galaxia NGC 4261)
 - las imágenes de radiación de fondo en infrarrojo de toda la bóveda celeste
 - la detección de galaxias en el límite del universo (este mismo mes [octubre de 1998])
 - las imágenes de un tren de cometas chocando contra la atmósfera gaseosa de Júpiter
 - la detección en 1993 de una poderosa supernova en el hemisferio norte (*SN 1993J*)
 - la explosión de estrellas captadas por el "Hubble" en la "Eagle Nebula", reproducida en centenares de revistas y canales de televisión de todo el mundo por su espectacularidad.
10. Sin orden de magnitud son los siguientes:
- la detección de los primeros planetas extrasolares
 - las observaciones del satélite COBE sobre el fondo de microondas
 - el lanzamiento, reparación y hallazgos del telescopio "Hubble"
 - la actividad biológica en el meteorito marciano
 - la misión Pathfinder en el Planeta Rojo
 - el hallazgo de la enana marrón *Teide I*
 - el impacto del Shoemaker-Levy
 - agua en la Luna
 - y los hallazgos de los observatorios científicos espaciales de la última década (SOHO, ISO...)
11. [Lista propuesta]:
- el lanzamiento y reparación del Hubble
 - el hallazgo de estructuras en el fondo de microondas por el Cobe
 - la misión Pathfinder a Marte

- el meteorito marciano Allan Hills
- el cometa Shoemaker Levy sobre Júpiter
- el hallazgo de la primera enana marrón por el español Rebolo
- y los descubrimientos de los primeros planetas extrasolares sin olvidar:
- el hallazgo de agua en la Luna

12. Creo que las que se refieren a:

- Marte y el viaje hasta allí para recoger muestras
- la posibilidad de que exista agua en la Luna, Europa y Calisto
- el hallazgo del meteorito de la Antártida y los estudios sobre la posibilidad de restos de actividad biológica en él
- la información sobre el Sol del Soho
- el proyecto SETI.

13. No me siento capacitado para responder esa pregunta.

14. Probablemente, a vuelapluma:

- lo del Cobe
- las galaxias nacientes que se alejan más deprisa de lo que debieran
- la ¿posible? vida en Marte
- el agua en la Luna
- la heliosismología (Soho)
- las estrellas con posibles planetas
- las enanas marrones
- la supernova 1987A...

15. (Enumeración, NO por orden de importancia, de los que me acuerdo):

- resultados del satélite Cobe y anisotropías de la radiación de fondo
- inauguración de los telescopios Keck y luego VLT y toda la generación de los 8-10 metros
- el telescopio Hubble y toda su parafernalia (resultados, imágenes, espejo)
- el quark Top (astropartículas)
- los impactos de Shoemaker-Levy en Júpiter
- la reanudación de la exploración de Marte: Pathfinder sobre todo por su impacto popular
- el descubrimiento de planetas extrasolares
- galaxias a z mayor de 5
- enanas marrones
- el "boom" del infrarrojo
- el "boom" de la investigación de formación y evolución estelar
- localización de erupciones de rayos gamma
- Júpiter y sus satélites con la nave Galileo (pese a los problemas de la nave).

16. Difícil cuestión. Veamos, para empezar, si Science considera que la noticia del año 1998 es:

- la aceleración en la expansión cósmica

habrá que incluirla. Las otras nueve (algunas son más un tema que una noticia concreta) podrían ser:

- descubrimiento de planetas extrasolares
- los datos del COBE sobre la radiación de fondo
- el impacto del Shoemaker-Levy sobre Júpiter
- la detección de masa del neutrino, que podría resolver al menos en parte el problema de la masa oscura
- el descubrimiento de agua en la Luna
- Marte: desde el anuncio de restos de señales biológicas en el meteorito antártico hasta el envío con éxito de varias naves
- el buen funcionamiento del Hubble y algunas de las cosas que ha permitido conocer, quizá lo más interesante la detección de posibles agujeros negros
- el trabajo de Soho y Ulises sobre el Sol
- las dos naves destinadas a estudiar Júpiter y Saturno (Galileo y Huygens/Cassini).

17. Entre los eventos astronómicos que se han seguido con mayor interés por la opinión pública internacional están:

- las vicisitudes por las que pasó el telescopio espacial Hubble desde su lanzamiento en abril de 1990 hasta la laboriosa corrección de los defectos de su óptica en 1994
- la sonda *Magallanes* entra en la órbita de Venus el 10 de agosto de 1990 para realizar un mapa completo de su superficie mediante el radar
- El 23 de abril de 1992 el satélite *Cobe* detecta la radiación remanente del Big-Bang, lo que le permite obtener una fotografía instantánea del universo primitivo
- los restos del cometa *Shoemaker Levy* se estrellan en julio de 1994 contra Júpiter en una espectacular colisión seguida con expectación en todo el mundo
- la sonda *Galileo* entre el 8 de diciembre de 1995 en la órbita de Júpiter
- lanzamiento en noviembre de 1995 del satélite ISO (Infrared Space Observatory)
- la larga e infructuosa lucha del IAC por la obtención para Canarias del telescopio de 8 metros europeo, finalmente tendrá el de 10 metros, el Grantecán
- llega a la órbita marciana el Mars Global Surveyor, el 12 de septiembre de 1997
- el 15 de septiembre de 1997 parte la sonda *Cassini/Huygens* hacia Saturno
- la sonda Lunar Prospector, lanzada en septiembre de 1997, descubre agua en los casquetes polares de la Luna

- se comienza a instalar el gran telescopio chileno andino en El Paranal (Chile), en abierta competencia con el 10 metros Keck, en Mauna Kea, Hawaii, el mayor telescopio óptico del mundo.

18. [Lista propuesta]:

- el descubrimiento de nuevas galaxias
- la entrada en funcionamiento del telescopio Hubble
- la localización de un agujero negro en el centro de nuestra galaxia
- la construcción de telescopios gigantes
- los estudios sobre la llamada radiación de fondo

19. Noticias astronómicas importantes de la década podrían ser (de memoria):

- el trabajo del Hubble y sus espectaculares imágenes (entre ellas las del universo más joven)
- el choque contra Júpiter del cometa S.L.
- el descubrimiento de planetas fuera del sistema solar
- el descubrimiento de agujeros negros
- el mayor conocimiento de Marte, gracias a las sondas y naves enviadas.
- más conocimiento de los fenómenos violentos del universo, gracias a los nuevos telescopios que trabajan en frecuencias no ópticas.

7ª PREGUNTA:

¿Cuál cree que es el término astronómico más utilizado en titulares de prensa? ¿y el tema astronómico de moda?

1. El término más utilizado no es astronómico, sino cosmológico: la palabra *universo*. En cuanto al tema astronómico de moda, me parece que es la cosmología. Hoy creemos conocer la fecha de nacimiento del universo y sabemos que los átomos de nuestros huesos y de nuestra sangre se forjaron en estrellas a años-luz de distancia de nosotros y hace miles de millones de años, o que incluso las partículas más antiguas de las que están compuestos estos átomos son fósiles de energías y fuerzas apenas comprensibles que existieron en el primer microsegundo de la creación. "Somos polvo que anda, polvo de estrellas que anda" (Overbye, 1991).
2. No sé si entiendo la pregunta, supongo que lo mismo que en la pregunta anterior. Lo más llamativo es "vida en el espacio".
3. *Agujero negro*. El tema astronómico de moda podría ser ahora la Luna, treinta años después.
4. a) No puedo especificar ninguno en concreto. b) Entre los astrofísicos y los astrónomos profesionales las enanas marrones y la búsqueda de planetas alrededor de otras estrellas; entre los astrónomos aficionados las cámaras CCD, los telescopios Schmidt-Cassegrain y la navegación por Internet, y entre la gente de la calle, Marte otra vez y los hallazgos del telescopio espacial Hubble.
5. *Galaxia* y *Hubble* (*universo* ha caído en desuso). Los planetas de otras galaxias.
6. *Agujero negro/ Big Bang*. Temás de moda... Tal vez los meteoritos, los planetas extrasolares o la búsqueda de vida/exobiología.
7. Quizá *Universo*... El tema astronómico de moda, no sé, quizá la vida en el sistema solar, aunque ello esté más entroncado con la biología.
8. (Ver respuesta a la 6ª Pregunta).
9. *Big Bang*. El destino del universo y la búsqueda de materia oscura.
10. *Big Bang*, un auténtico eslogan. El tema astronómico de moda es Marte y la edad del Universo.
11. *Big bang, galaxias*. El de moda, en mi opinión, *big bang* o *gran explosión*.
12. No sé si existe un término astronómico que sea más utilizado que otros. Y las modas cambian en cada momento. Pero según mi experiencia todo lo que se refiere a los cometas y a Marte tiene más repercusión que otras noticias. Creo que ambos fenómenos tienen algo de mítico. Están en la literatura y en la cultura popular y por ello es más fácil hacer información científica sobre ellos.
13. Como término, *Big bang*. Pero creo que últimamente la densidad informativa se centra en el sistema solar (planetas).

14. ¿Hay titulares de prensa con temas astronómicos? Es broma... Desde luego, grandes no. Quizá cosas genéricas como *cosmos* o *universo*. Términos famosos son *Big Bang* o agujeros negros. Lo más de moda actualmente es lo de Marte...
15. Término: *Galaxia* y *universo*. Tema: *Big Bang*.
16. El término más utilizado debe ser *Universo*. Quizá después *agujero negro*. El tema de moda creo que sigue siendo la posible existencia de vida en Marte.
17. Sin lugar a dudas el término científico de astronomía más conocido popularmente es el del *Big-Bang*, y el tema astronómico de moda, desde hace décadas, es el descubrimiento de nuevos *agujeros negros* y *cuásars* y de sus enigmáticas características. En los últimos tiempos está también de moda la búsqueda de agua en la Luna y en los planetas del Sistema Solar, un puntal considerable para la expansión del ser humano fuera de la Tierra.
18. El tema astronómico de moda creo que sigue siendo el *Big Bang*.
19. Tema astronómico de moda: viajes espaciales.

8ª PREGUNTA:

¿Big Bang o Gran Explosión? ¿quasar o cuásar?... ¿Cómo escribe estos términos en español? ¿Considera que deben traducirse o adaptarse al propio idioma los términos científicos, o cree que debería respetarse su forma/grafía original?

1. Considero que los términos científicos deben traducirse respetando el espíritu del idioma, pero ello exigiría una mayor agilidad de la Academia de la Lengua o un esfuerzo de las asociaciones de investigadores e institutos de investigación para facilitar a los periodistas la nueva terminología antes de que se generalice el uso y a veces el mal uso.
2. Soy partidario de españolizar todo lo posible (en el diccionario figura el término "quásar"), salvo excepciones. *Big Bang*, por ejemplo, es más atractivo para el lector y tiene una connotación astronómica.
3. Soy partidario de respetar la grafía original de cada término, siempre que no exista un sustituto en castellano que exprese lo mismo. No siempre es sensato hacer la traducción.
4. Con un criterio mixto: utilizo *Big Bang* para el primero y *cuásar* para el segundo. Por eso creo que la traducción solamente debe hacerse en los casos en los que no se desvirtúe el concepto original. La gente ha oído hablar del *Big Bang* -aunque algunos lo confunden con el *Big Ben*-, pero no de la *Gran Explosión*. En cambio, no ocurre nada si se normaliza la palabra *quasar* y se escribe *cuásar*.
5. Si hay denominación científica internacional aceptada, pues hay que ponerla. Si no, se traduce según la normativa vigente entre la comunidad científica.
6. A veces *Big Bang*, a veces *Gran Explosión*: en el titular desde luego *Big Bang*, pero en el texto se pueden alternar. *Cuásar* me parece mejor. Creo que deben escribirse como mejor los entienda el lector. Si todo el mundo los llama de una forma, pues de esa, independientemente de si es su forma original o española.
7. Suelo colocar los términos en el idioma original, a menos de que exista un término en castellano lo bastante conocido o delimitado. En el caso de los nuevos términos, es lógico respetar su forma original hasta que se pronuncie sobre ello la Real Academia Española (si es que llega a hacerlo).
8. No creo en reglas absolutas y generales en materia de léxico científico-periodístico. En general me inclino a respetar el uso de la mayoría, para un determinado universo de medios y públicos. Me opongo a las operaciones de ingeniería lingüística como las que periódicamente nos propina la Real Academia, en aras de "mejorar" el lenguaje, un esfuerzo generalmente tan utópico como innecesario. Dudo mucho de la normativa casuística como la de los "libros de estilo" tan en boga en España e Iberoamérica. En todo caso lo que creo es que ante varias opciones posibles es necesario adoptar una, y luego ser consecuente con ella: si hoy escribimos *Big Bang*, mañana no deberíamos decir *Gran Explosión*.

9. Deberían traducirse.
10. A veces utilizamos *Big Bang* y a veces *gran explosión*. Ahora utilizamos *cuásar*. Es bueno, periodísticamente, poder utilizar indistintamente estos términos en inglés y español. Pero no sé sinceramente si es bueno o malo, aunque desde luego es muy práctico. La norma no escrita es utilizar sólo aquellos términos en inglés que son suficiente conocidos por el lector, como es el caso de *Big Bang*.
11. Como mejor convenga y no incite a confusiones.
12. Yo escribo *Big Bang* y *cuásar*. Creo que se deben utilizar los más extendidos y en este caso es evidente que *Gran Explosión* no ha tenido ninguna aceptación. No tengo un criterio único en lo de traducir o no. Utilizo aquello que los lectores van a entender mejor. La palabra más aceptada o "más en la calle".
13. Es un tema complejo, a mí personalmente me parece una memez el uso de palabras de otras lenguas cuando existe el vocablo en castellano. Sin embargo, muchas veces las traducciones son incómodas, largas, enunciativas y carecen de la frescura original. Los anglosajones tienen una capacidad para nombrar de la que desgraciadamente carecemos los latinos. En eso nosotros somos alambicados y bastante cursis y pedantes. Por ejemplo, *Big bang* no es *gran explosión*; *gran explosión* es una explicación, no un nombre, pero aquí no hay narices de llamarle al *Big bang* "petardazo", que sería una traducción mucho mejor...Y como el asunto tiene una base cultural profunda y, salvo alguna excepción que confirma la regla, no tiene remedio, creo que en muchos casos es mejor adoptar el barbarismo de turno con dignidad que intentar imponer academicismos pedantes del género de "gran explosión" Si estoy de acuerdo, en cambio, con la gradual castellanización de los vocablos, no me molestaría nada llegar a "bigbang" , por ejemplo, y me gusta más *cuásar* que *quasar*.
14. A mí me gustaría parecerme a los franceses, que se defienden como gato panza arriba con eso de la colonización inglesa del idioma; *logiciel* por *software*, y cosas así. Pero tampoco hay que ser ridículos; *Big Bang* me va bien (es corto, rotundo y onomatopéyico, como tantas cosas en inglés). En cambio escribo *cuásar*, porque en español no existe qua sino qua; de hecho, se habla de *objetos cuasiestelares*, con qua.
15. "Big Bang (teoría de la evolución del universo a partir de la gran explosión inicial)". *Quasar*. Depende: algunos términos me parece poco eficaz traducirlos, como *Big Bang*, suficientemente generalizado y popularizado, otros no tendría sentido utilizarlos en inglés, como *black hole*, *Milky Way*, *gamma ray*... En principio, si existe la palabra adecuada en castellano, debe utilizarse, pero si hay que inventarse una para denominar algo nuevo... pues se puede llegar al disparate de llamar a un *pulsar*... no sé... *residuo estelar pulsante*???
16. En general, soy partidario de castellanizar los términos y las abreviaturas, así, *cuásar* y no *quasar*, ADN y no DNA etc. Admito sin embargo que en ciertos casos tiendo a usar la palabra más conocida internacionalmente y en concreto utilizo *Big-Bang*. Incluso recuerdo lo divertido

(pero no agraciado) que me pareció el término *Gran-Pum* que leí a un autor mejicano en cierta ocasión. Sería interesante que al menos los periodistas científicos nos pusiéramos de acuerdo con el uso de estos términos tan habituales.

17. En algunos casos, como el del *Big-Bang*, es tan universalmente conocido que resulta ridículo buscar otra acepción. Pero en la medida de lo posible es mejor adoptar el nombre a nuestra gramática (*cuásar* en vez de *quasar*), entre otras cosas, para adoptar un criterio de unificación de estos términos en un libro de estilo que sirva de referencia a todos los divulgadores de la astronomía.
18. Siempre que se pueda, creo que hay que traducir los términos al español.
19. Se deben castellanizar en lo posible: *cuásar*. Sin embargo *Big Bang* puede ganar la partida por ser inconfundible, corto y pegadizo.

9ª PREGUNTA:

¿Ha oído hablar del descubrimiento de los *cosmosomas*? En caso afirmativo, exprese sus comentarios.

1. En una noticia de la Agencia EFE leí hace poco tiempo, precisamente del IAC, sobre un programa de búsqueda de estructuras del fondo cósmico de microondas. Según parece, se trata de pequeñas irregularidades en la materia y en la radiación que configuran la iniciación del universo. Este experimento se ha iniciado cinco años después de que se dieran a conocer los resultados del Experimento Tenerife sobre el fondo cósmico de microondas. La importancia de esta cuestión se deriva de que son irregularidades en la radiación emitida tan sólo unos 300.000 años después del Big Bang.
2. Sí, pero muy vagamente.
3. No.
4. «*Cosmosoma*» es un original término científico introducido por los astrofísicos para referirse a los vestigios, en forma de microondas, del Big Bang, la gran explosión que hace unos 15.000 millones de años se supone que dio origen al Universo. El término está asociado a los descubrimientos conseguidos durante el denominado «Experimento Tenerife» sobre la radiación de fondo, realizado por el Instituto de Astrofísica de Canarias.
5. No.
6. Sí he oído hablar. Me parece un término muy útil y más "amigable" que *anisotropías en la radiación de fondo*. Por lo pronto sirve para que la gente no deje de leer desde el primer momento, aunque el concepto que esconde es complejo y no se puede aspirar a explicarlo -y que se entienda- en una noticia o reportaje. Es como si hubiera que "darlo por sabido" empleando alguna metáfora, y seguir con la noticia como si tal cosa. Es imposible y además contraproducente pretender hacer divulgación con algo así en una noticia (lo digo para ilustrar la primera respuesta).
7. No, no conozco el tema, quizá porque mi especialidad es la astronáutica, no la astronomía.
8. ¿*Cosmosomas*? ¿Es una broma? Por favor, si posee algún material sobre el tema, envíemelo.
9. No.
10. El descubrimiento de estas estructuras en el fondo cósmico de microondas por el equipo de Rafael Rebolo tiene una relevancia indudable y fue objeto de varios reportajes en nuestra sección de ciencia y creo recordar que también fue motivo de un artículo de este investigador del IAC. Es cierto que el tratamiento de este hallazgo no fue el adecuado en otros medios. Quizá por su cercanía temporal con el hallazgo de George Smoot con el satélite Cobe.

11. A Rebolo se debe este hallazgo, en el fondo cósmico de microondas. Ha sido objeto de un amplio trabajo publicado en *ABC Cultural*.
12. No, no lo había oído hasta que leí este correo. Después de recibirlo, navegué por Internet en su búsqueda y encontré alguna entrada que me llevaba a investigadores canarios. Pero no puedo hacer ningún comentario porque no había oído hablar antes de ello.
13. No.
14. El único *cosmosoma* que conozco es "Cosmosoma demantia", una mariposa tropical del género *Arctiidae*.
15. Sí, he oído hablar ... Por algo no me gustó desde el principio, seguramente porque no encontré que aportase nada a la facilidad de comunicación en tanto que, entre paréntesis, había que explicar igualmente qué narices era eso, y por otro lado no le encontré "charm" o tirón suficiente como para utilizarlo. El término me resultó innecesario y vacío desde el principio. No sé cuál es el truco para inventarse palabras que arraiguen popularmente, a lo mejor es una pura casualidad... tal vez oportunidad, o incluso poderío (¿Habría cuajado el palabro *cosmosomas* si hubiera surgido en EEUU??? No lo sé, no todo lo que se inventan los *yankis* cuaja. Oye, si acaba la cosa cuajando... pues mira.
16. Lamentablemente no.
17. No tengo suficientes puntos de referencia para elaborar una opinión con un mínimo de rigor.
18. No tengo ni idea.
19. No. Por lógica tendría que significar cuerpo (del griego *soma*) del cosmos; sin embargo, un colega experto en seres vivos me dice que es un tipo de mariposa.

10ª PREGUNTA:

¿Es la relación periodista-científico el principal problema del periodismo especializado en ciencia y tecnología? En caso negativo, ¿qué otro problema juzga más importante?

1. De ninguna manera. La relación periodista-científico va perdiendo su tono problemático, porque los investigadores y los centros saben ya que el incremento de fondos para investigar puede depender de lo que el tema o los centros o los científicos aparezcan en los medios. Hoy me parece más importante la que yo suelo llamar "paradoja de Carl Sagan" porque él la repetía con frecuencia: que en una sociedad cada vez más influida por la ciencia y la tecnología, el ciudadano de a pie sepa tan poco sobre estas cuestiones, a pesar de que actúan directamente sobre su vida individual y colectiva.
2. No es un problema, normalmente, la relación científico-periodista. El principal problema es que la ciencia y la tecnología alcancen en los medios de comunicación la importancia que se merecen y que, a menudo, pide el lector.
3. Antes que esa relación periodista-científico, a mi juicio es más urgente mejorar la relación del periodista con la dirección de los medios donde se desarrolla su trabajo.
4. Es uno de los dos problemas cruciales del periodismo científico. La relación periodista-científico es actualmente -todavía- cualquier cosa menos estrecha. Entre los dos ámbitos profesionales media un importante abismo, y de ello son responsables ambos. Los científicos, en parte con razón -pero sólo en parte- tienen miedo de que se tergiversen o no se difunda correctamente la información relativa a sus trabajos. Sin embargo, soy de la opinión de que el temor a esto no justifica el hermetismo habitual de la comunidad científica, puesto que los resultados de la investigación no sólo tienen utilidad desde el punto de vista de su aplicación, sino también de su contribución al conocimiento -la ciencia y la cultura son lo mismo-. Por tanto, la gente de la calle tiene derecho a conocer los avances científicos y para eso la prensa diaria -o la radio y la televisión- son fundamentales, porque casi ningún ciudadano normal lee *Nature* u otras revistas especializadas. La parte de culpa que tienen los periodistas tiene dos frentes. El primero es la reticencia general de los editores a abrir un hueco a la información científica, a no ser que tenga ingredientes espectaculares o sensacionalistas. El segundo es el escaso esfuerzo que, por regla general, hacen los profesionales por entender cuestiones científicas, pese a que para cumplir esta función no es necesaria ninguna cualificación especial.
5. No, el más importante es luchar por un lugar al sol de la información diaria sin perder calidad en el tratamiento de los temas, ni dejarse llevar por la religión del espectáculo que impera en los medios. Difícil conseguirlo, pero merece la pena pelear por ello.
6. De ninguna manera, la relación periodista-científico no sólo no es un problema sino que no puede serlo si el periodista pretende sacar noticias. ¿quién sino los científicos se las va

a contar? El principal problema de los periodistas científicos son los periodistas no científicos, léase los jefes de las secciones. Pero supongo que del pulso entre los dos tipos de profesional se llega a un equilibrio y se evita el riesgo de que al periodista científico se le vaya la mano con la especialización.

7. Creo que depende de la cultura social. En ciertos países los científicos consideran esencial para su carrera la correcta difusión de sus trabajos. En otros lugares su labor ha pasado siempre tan desapercibida que el periodista, sobre todo el que parece no comprender nada, puede ser más un compromiso que debe superarse lo antes posible. Pero creo que hay problemas más graves, como la necesidad de la existencia de un mayor número de medios de divulgación (que implica un mayor interés por parte del público, viable sólo gracias a una mejor educación). Más medios significaría un mayor número de oportunidades y una mayor especialización. No hay ningún científico que se niegue a explicar su trabajo si el entrevistador sabe de lo que habla.
8. El principal problema del periodista científico, como señaló hace mucho Cornell, es su posición de intermediario entre dos culturas, regidas por códigos de conducta y comunicación fuertemente diferenciados, lo que crea una perpetua tensión y exige firmeza y profesionalismo, tanto ante los investigadores científicos como ante los editores, que son generalistas y tienen muchas veces ideas totalmente faltas de realismo acerca de qué es la ciencia, qué desea el público, cómo debe realizarse el reportaje científico, etc.
9. Sin duda. Esta relación no es todo lo fluida que debería ser. El periodista percibe en muchos casos una total desconfianza por parte de los investigadores. Quizá la culpa sea de los propios redactores. Otro problema importante es la escasa tradición de divulgación científica en España, lo que hace que algunos textos publicados sean excesivamente plúmbeos.
10. No lo es a mi juicio. Los problemas son otros. Quizá el mayor es la falta de un ambiente científico en España. Falta más ebullición, más actividad palpable. Lamentablemente, la ciencia en nuestro país no está en el primer plano.
11. Creo que no hay problemas. Debe haber respeto mutuo por ambas partes y, sobre todo, demostrar la profesionalidad.
12. No, no creo que ese sea un problema. En mi trabajo he tenido alguna vez encuentros con científicos "difíciles" pero creo que en menor medida que mis colegas los tienen con políticos "difíciles", escritores "difíciles", alcaldes "difíciles" o presidentes de clubs de fútbol "difíciles". Creo que nuestro principal problema es la falta de cultura científica en España. Los directores de los medios se han interesado siempre poco por la ciencia, aunque es algo que está cambiando considerablemente en estos últimos años. Pero ello ha llevado a que hubiera muy poco espacio para nosotros. Poco trabajo, mal pagado y con condiciones laborales nefastas. Existe otro problema más, que también atañe al resto aunque creo que en periodismo científico es más dañino y es la falta de especialización y

la mala calidad de la carrera. Esto marca profundamente tu futuro laboral y te obliga a hacer un tremendo esfuerzo para estar preparado profesionalmente. Es comprensible que con este panorama haya tan pocos periodistas científicos.

13. No, la relación científico periodista está muy lejos de ser el problema fundamental. Lo fue en el pasado, mientras la investigación en España era lo suficientemente cutre y tercermundista como para que a los científicos no les interesara salir en los medios de comunicación. Hoy en día los científicos se comportan frente a los periodistas más o menos como cualquier otro colectivo que actúa como fuente. Otra cosa es que siempre existan tensiones en la relación periodista-fuente, pero eso es inevitable. El principal problema del periodismo científico es su definición e integración normalizada y aceptada dentro de los propios medios de comunicación. Ésa sigue siendo la asignatura pendiente.
14. No. Quizá lo fue en el pasado, pero ya no. Hoy los científicos se están dando cuenta de lo importante que es tener amigos periodistas; y viceversa. El problema siempre fue, y sigue siendo, el de la incultura científica básica de la inmensa mayoría de los directivos de los medios de comunicación. Sólo quieren noticias llamativas, escandalosas (por eso Greenpeace vende tan bien sus rollos, aunque sean mentira), y rara vez entienden otras cosas. Yo abogaría por seminarios urgentes para directores de periódicos, radios y televisiones para que se enteren de que sin C y T no habría progreso...
15. No siempre, es cuestión de acostumbrarse unos a otros. En los últimos años he presenciado una "suavización" muy notable de las relaciones entre periodistas y científicos en España y hemos avanzado mucho en eso de aprender a trabajar juntos. Los científicos españoles tenían hace unos años muchas dificultades para trabajar con periodistas, y el periodismo científico apenas existía hace no tanto tiempo. Los científicos tienen razón al esperar (o exigir) una mínima preparación por parte de los periodistas que se ocupan de la ciencia para orientarse en sus temas; los periodistas tienen razón cuando piden a los científicos que abandonen la soberbia de su pedestal, intenten explicar su trabajo a la sociedad y respeten el trabajo de los periodistas. Mi experiencia es que no tengo problemas de relación con los científicos, salvo casos anecdóticos. El mayor problema... si no te gusta la ciencia, si no tienes curiosidad por estos temas, es que mantenerte al tanto de las cosas debe ser un suplicio. Pero si te gusta no es ningún martirio, al contrario y entonces el problema tal vez es distanciarte lo suficiente para no caer nunca en el error del periodista científico convertido en "misionero" de la ciencia. El mayor problema, para un periodista de un diario, es a veces la falta de tiempo para comprender y abordar correctamente una noticia y escribirla en muy poco tiempo. Aquí, para mí, juegan un papel fundamental los científicos de diferentes áreas que, de forma anónima y desinteresada, me ayudan constantemente para solucionar una duda, explicar algo, orientar en la valoración, sugerir expertos, repasar y corregir los textos... todo ello sin imponer sus criterios ni inmiscuirse en la labor periodística. Y todo eso a lo mejor en media hora y con cierre encima.

16. No. El problema con el científico no existe. Existe el problema con algunos científicos, pero creo que son casos aislados y solventables. No es que no haya problemas en esta relación, pero considero que son los normales entre una fuente informativa y el periodista en general. El principal problema al que se enfrenta el periodista científico es la búsqueda de hueco suficiente para su información y sus reportajes. Creo que la ciencia interesa más a los ciudadanos de lo que los M.C. reflejan y ello se debe a que los directivos de los medios ven la información como un campo acotado a la política, la economía y los deportes. Junto a ello, la cultura tiene siempre un papel destacado porque ningún medio cree que pueda ser considerado medianamente serio sin ella, aunque dudo de que realmente les interese demasiado. La ciencia en este contexto es marginal y lo que se le pide es que adorne el resto del periódico (o lo que sea), que dé la nota curiosa, pero sin excesiva frecuencia ni contundencia. En fin, el problema es social, pese a que he dicho que interesa más de lo que reflejan los medios, no es que crea que existe un "enorme" interés ni generalizado. Existe público suficiente, pero todavía hay mucha gente, y especialmente aquellos que presumen de cierta "cultura", que ignora y desprecia la ciencia y que considerarían imperdonable que alguien no supiera distinguir un Van Gogh de un Renoir o una obra de Mozart de una de Beethoven, no supiera muy bien quién fue Hegel o Kant, etc. etc., y sin embargo confiesan con orgullo que no saben quién fue Hubble, qué es un cromosoma o cómo se halla el área de un triángulo.
17. La actitud de los colectivos profesionales no es homogénea, dependiendo de la mayor o menor cercanía al consumidor final, e incluso al mercado potencial de sus aplicaciones. Así, la tecnología médica tiene un fácil acercamiento al público, que la demanda prioritariamente, hasta un 60 por ciento de toda la correspondiente a temas científico-tecnológicos. En la investigación experimental, su acceso a la sociedad es difícil y muy esporádica y en los últimos años su presencia en la prensa es meramente testimonial, aunque los propios investigadores, después de abandonar los nichos donde estuvieron encerrados muchos años, son cada vez más conscientes de la importancia de que su labor sea reconocida en todos los ámbitos. No es éste el caso del colectivo más cerrado, el de los ingenieros. A pesar de los valientes intentos realizados por sus propias organizaciones sectoriales por acercarse a la sociedad, la respuesta del profesional es muy negativa y una respuesta habitual al trabajar con ellos es que los resultados de su trabajo sólo quieren verlos reflejados en sus propias revistas corporativas, en el convencimiento de que solamente en ellas se publicarán sin errores y llegarán a un público adecuado, sus propios compañeros. Esta actitud endogámica no ha propiciado, precisamente, que se formen periodistas en sus diversos campos, exceptuando, con limitaciones, a los informáticos y de telecomunicaciones, que han trascendido más allá del propio sector al entrar directamente en el mercado de consumo final.
18. Es uno de los problemas. Todavía los científicos españoles consideran que la divulgación no es cosa suya, a diferencia de los anglosajones.

19. El principal problema suele ser que, para una buena divulgación, se requiere esfuerzo y tiempo. Los científicos inaccesibles ya no son moneda muy corriente.

REFLEXIÓN FINAL:

Incluya una reflexión sobre el presente y el futuro del periodismo científico.

1. Las sociedades del tercer milenio van a necesitar un nuevo tipo de comunicador que sea capaz de valorar, analizar, comprender y explicar lo que está pasando y, dentro de lo posible, lo que puede pasar. Para poder cumplir esta ingente y ambiciosa tarea, el periodista ha de pagar un gozoso precio: no puede ni debe dejar de aprender jamás. En la nueva sociedad en la que estamos entrando, basada en la información y en el conocimiento, este aprendizaje vitalicio será una necesidad para todos, pero para nosotros ya lo es. Martin Redfern, periodista científico de la BBC de Londres, nos ha recordado la mejor razón de ser del periodismo científico: "Los periodistas son lo único que tiene el público para poder comprender un aspecto de las cosas". La responsabilidad que implica este hecho es preocupante y casi podría decirse que aterradora. Aunque yo no podré verlo, creo que al Periodismo Científico le aguarda un futuro espléndido, y ello por un razonamiento muy simple: si el periodismo tiene que esforzarse en reflejar la realidad cotidiana y esta realidad sigue teniendo un creciente componente de ciencia y tecnología, parece lógico que las noticias científicas pasen a primer plano, como ya está ocurriendo en los países más avanzados, y en su momento puedan competir con los resultados de los partidos de fútbol. Podemos enorgullecernos de nuestra generación, y de las anteriores, en cuanto al avance de la ciencia, pero ni los conocimientos, ni la cultura, ni el bienestar, ni la riqueza, ni la información, están distribuidos equitativamente. La mitad de la población mundial vive todavía sometida a las antiguas y penosas servidumbres de la inseguridad, la pobreza y la ignorancia. Para el Periodismo Científico, tratar de llevar el conocimiento a la mayoría de los habitantes del planeta será el reto más apasionante del Tercer Milenio.
2. Si el medio ambiente ha alcanzado durante los últimos años un peso importante en la información general, lo mismo que logró la medicina o la información cultural (¡y hasta la moda!), la ciencia también lo conseguirá. No sé cuándo será, pero está claro que se encuentra en expansión. Supongo que su momento llegará cuando madure la generación actual, mucho más sensibilizada, informada, educada e interesada en estos temas, y sustituya a la actual en el poder político, social y periodístico.
3. Uno de los principales problemas de la investigación científica en España es la falta de dinero que tienen los profesionales para desarrollar su trabajo. Es primordial que el gobierno aumente el porcentaje de los Presupuestos Generales del Estado que dedica a la ciencia. Esto no ocurrirá si antes no aumenta la presión social, es decir, si la opinión pública no reclama a los políticos que se ocupen más de este capítulo. Para que la sociedad refleje un interés por el conocimiento científico, debe haber una labor

divulgativa de los periodistas, que será imposible sin la ayuda de quienes hacen ciencia en España y en el mundo, cada vez más interconectado. Así que hay que hacer de la ciencia un espectáculo de masas, sin que esto signifique que se resienta el rigor informativo. Lo que aburre, nadie lo compra. Está por llegar el programa de televisión que reúna estas características. Mientras tanto, aumentan las portadas de publicaciones de gran tirada dedicadas a noticias científicas de especial relevancia. Puede ser el primer paso.

4. En el presente, el periodismo científico -al menos en España- desempeña un papel simbólico en el conjunto de la comunicación. A largo plazo las expectativas son mejores y es previsible que crezca el interés popular por este tipo de noticias. Creo, además, que en el siglo XXI el periodismo científico tendrá un papel destacado en dos parcelas muy concretas, pero a la vez muy vastas. La primera es la explosión de la biología y la medicina que se producirá con el conocimiento y secuenciación del genoma humano; la segunda, los avances en cosmología y los viajes espaciales y sus consecuencias. Sólo una misión como la Cassini/Huygens hará crecer, previsiblemente, la atención. Una última reflexión, un tanto personal: sigo pensando, y algún día convenceré de ello a mi director, que algún periódico debe convertirse en el primero de España que dedica una página diaria a la ciencia.
5. Cada vez peor en los medios tradicionales: rige el titular espectacular, la falta de espacio, el tratamiento frívolo y la dependencia de modas impuestas por los centros de poder de la I+D (la astronomía es uno de ellos, es lo que se denomina "gran ciencia": IAC). Cada vez mejor en Internet, aunque estamos en los balbucesos.
6. El periodismo científico ahora compite con una marea de contenidos triviales y facilones en los medios de comunicación. No digo que todo el mundo deba ver sólo reportajes de La 2, pero el principio de que manda la audiencia es un círculo vicioso: los programadores de la telebasura dicen que dan lo que la audiencia pide, y la audiencia acaba por no poder pedir otra cosa porque ni siquiera sabe que esas otras cosas existen. Y así estamos, telenovela suma y sigue. También están quienes huyen de la telenovela y dicen ser 'curiosos'; curiosos sí, pero también vagos. Hay infinidad de lícitas y curiosas preguntas, cuya respuesta existe en la ciencia pero exige un mínimo de tiempo para poder ser explicada y comprendida: justo lo que no están dispuestos a conceder los medios de comunicación porque -de nuevo- eso no es lo que pide la audiencia. Conclusión, la ciencia se convierte en un producto tan maquillado e hinchado que pierde su propia razón de ser: en vez de ser una fuente de cultura y preguntas se convierte en un objeto de adoración ante el que se pierde todo sentido crítico. Y esto es un síndrome que afecta a los propios científicos: se sienten tentados por ese nuevo púlpito que les ofrecen los medios y empiezan a ensartar tonterías una tras otra. En fin, esto es muy apocalíptico. Hay otra forma de verlo. Creo que es innegable que, maquillada o no, rigurosa o no, hay más información de temas científicos en los medios (aunque sólo sea porque hay más

medios...). Y con tanto aluvión, las posibilidades de que esta información caiga en buenas mentes y florezca en ideas interesantes también debe ser mayor. Quién sabe. De todas formas no creo que la misión de cambiar esto recaiga sobre el periodista científico. Este es sólo un eslabón más dentro de la empresa, y generalmente tiene poco poder. En todo caso es cosa de los periodistas en general...

7. En España estamos viendo una desaparición del tratamiento amplio de la información científica en la prensa (caso de *La Vanguardia*), que pasa a ser materia eventual, sólo apta en el apartado de sociedad, y, curiosamente, un incremento en el número de revistas periódicas de divulgación "amable" de la ciencia y la tecnología (*Muy*, *CNR*, *Ciencia y Vida*, etc.). Es decir, hay público para una visión científica y tecnológica espectacular, curiosa, pero no para un seguimiento de la actualidad fría y compleja. El futuro pasa por la máxima especialización del periodista y por el hallazgo de nuevos canales informativos (Internet sobre todo, y en ambos sentidos, captación y distribución). El aumento de la cantidad de información, con Internet, es tan considerable que alguien tiene que seleccionar y es aquí donde serán factibles servicios de divulgación científica más adaptada a los intereses del lector.
8. En todo el mundo desarrollado, y al menos en las elites de los países en desarrollo, la ciencia ocupa un lugar cada vez más importante, que se refleja en el trabajo, el consumo y la educación. La ciencia, a su vez, avanza a un ritmo que deja fatalmente atrás a la educación formal. Los medios cumplen una función crucial de reactualizar los conocimientos científicos de los ciudadanos, respondiendo a las demandas que el cambio tecnológico genera y a las preguntas que ellos mismos formulan, desde la perspectiva de sus intereses personales. Si el periodismo científico es importante hoy, como lo atestigua la proliferación de secciones y programas de ciencia en los medios masivos y de revistas de divulgación de distintos niveles de complejidad, el futuro -de no mediar una catástrofe mundial que cambie las tendencias actuales- demandará más y mejor periodismo científico. La revolución en las comunicaciones que ha representado la tríada ordenadores-satélites-teleimagen hace pensar que en el futuro próximo surgirán cada vez más posibilidades de comunicar la ciencia y hacerlo a la medida de las demandas de los ciudadanos, algo que desde el punto de vista de los gabinetes de prensa de las instituciones científicas debiera ser tenido muy en cuenta.
9. Los medios de información general comienzan a dar mayor espacio a estos temas, lo que significa que los editores han entendido el creciente interés de los lectores por este tipo de información. Dada la tendencia, lo lógico es pensar que en los próximos años se produzca un auge del periodismo científico.
10. El periodismo científico en España está en líneas generales al mismo nivel que en nuestros países vecinos, pero es frecuentemente marginado dentro de los propios medios de comunicación sin tener en cuenta los deseos de los lectores. Hay mucho que mejorar por parte de todos.

11. Es la pregunta del millón, de dólares, claro. El presente se llama *ABC de la Ciencia* y algunos otros periódicos pero, tal y como se está apreciando será clave y tendrá mayor peso en el futuro en los medios de comunicación del siglo XXI.
12. Me parece, y espero que sea una apreciación objetiva, que es la especialidad periodística que más está creciendo en los últimos años. Me ha dado la impresión de que en los medios en los que he trabajado en los últimos años aumenta cada vez más el interés por las noticias científicas. Me parece importante que consigamos que más periodistas jóvenes se interesen por esta especialidad. Pero, siempre hay un pero, creo que seguimos haciendo una información científica de baja calidad. Cuando empecé a trabajar, en una de las primeras entrevistas que hacía a un científico, éste me dio una charla sobre lo malo que era el periodismo científico en España. Me dijo que éramos torpes, sabíamos poco y, sobre todo, éramos muy aburridos. Yo, entonces, sabía perfectamente que era mala, estaba empezando y sabía muy poco de ciencia. Precisamente por eso me pareció que lo que decía sobre el aburrimiento de las noticias era la clave. Hoy que sé un poco más de ciencia y llevo casi 10 años trabajando en esto, no puedo más que estar completamente de acuerdo con él. El periodismo científico que se hace en España tiene una calidad muy baja y sigue siendo aburridísimo. No sé hacer predicciones pero lo que espero es que entre gente nueva que traiga aires nuevos.
13. [No incluida]
14. Estamos a años-luz de lo que era esto hace 30 años, cuando yo comenzaba. Pero todavía muy lejos del óptimo. Los periodistas científicos han de ser, ante todo, periodistas; es decir, gente experta en el mundo de la comunicación. Luego, deben amar los temas de ciencia en general, aunque no siempre los entiendan. Al cabo del tiempo, ya se habrán enterado lo suficiente como para no hacer el ridículo con los científicos. Y deben tener "chispa" para ejercer con encanto su corresponsalía en el país de la ciencia y seducir a los lectores-oyentes-telespectadores. Pero seguimos aprendiendo al hacer, se hace camino al andar.
15. ¿En España? La situación es muy variada: hay muy pocos medios de comunicación que tienen una sección de ciencia (periodistas especializados en el área y espacio en las páginas) con suficiente continuidad como para tejer y mantener el complejo entramado que exige cubrir la información de la comunidad científica. En muchos medios la ciencia se considera una anécdota o un relleno que cualquiera puede hacer y esto conduce a la mala calidad de la información científica (Televisión Española es el mejor ejemplo y el más sangrante dado que es un medio público y no tiene la disculpa de la falta de recursos), o al "fusilamiento" descarado de información elaborada por otros medios que ni siquiera se acredita. La culpa, insisto, no es casi nunca de los periodistas que un día cubren ciencia y otro deportes y otro información del ayuntamiento, sino de los responsables de esos medios que no dan importancia ni carácter noticioso a la ciencia y la tecnología. En el mundo anglosajón y europeo la situación es similar en cuanto a disparidad de calidad

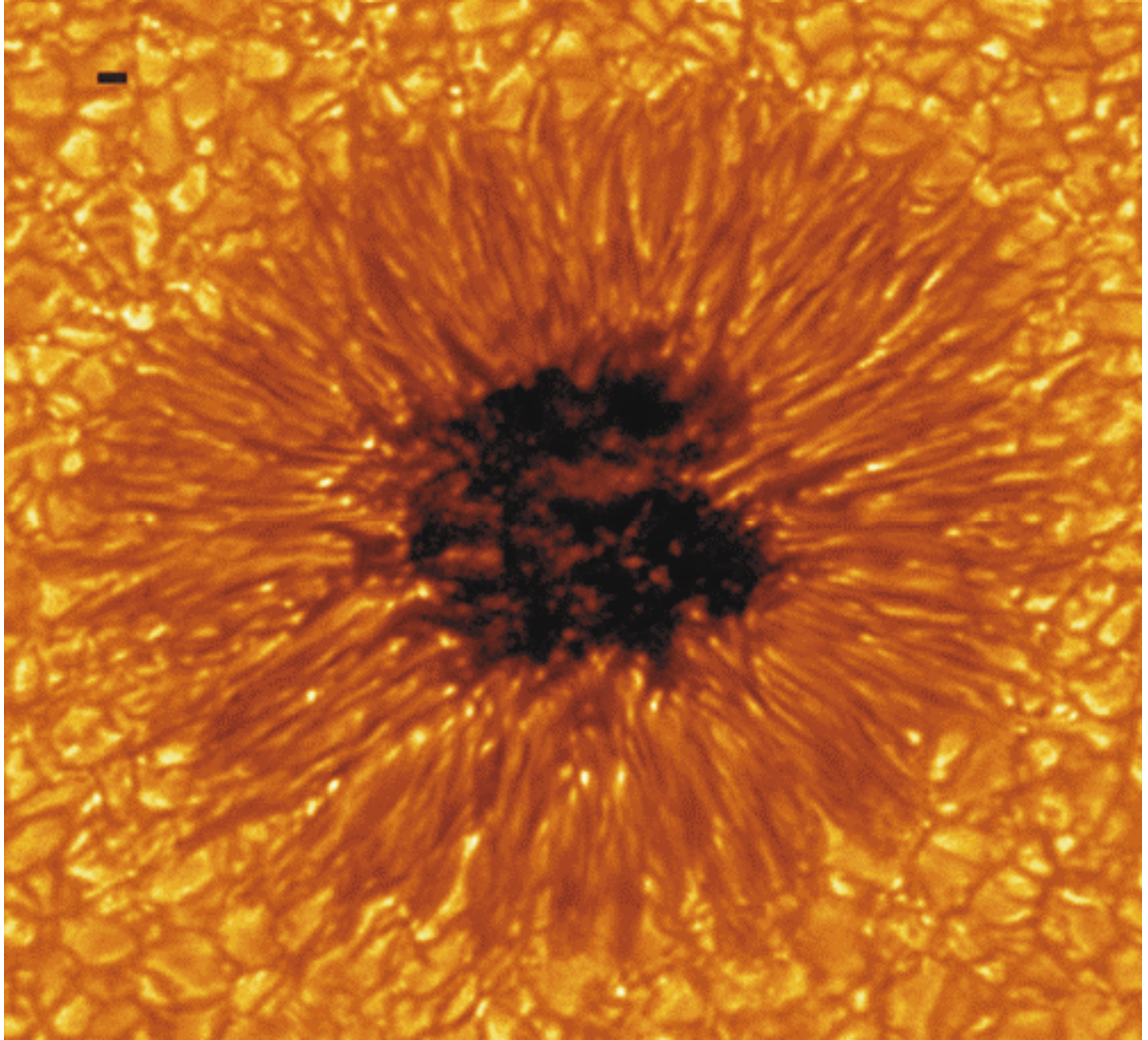
de la información científica, aunque tal vez en algunos países tengan más periódicos, revistas y televisiones (los que destacan en EEUU) que se ocupan de ciencia con continuidad y rigor. De cara al futuro... siempre hay vaivenes en el esfuerzo que un medio dedica a un tema que no es clave (los periódicos en España siguen estando excesivamente centrados en la información política), así que habrá más información científica o menos, pero no creo que decaiga completamente porque cada vez más los países desarrollados están dando importancia a la actividad investigadora y su repercusión social, así que creo que la cosa irá a más en calidad y cantidad aunque tampoco espero un "boom" a corto plazo. En España no había prácticamente ciencia hasta hace relativamente poco y, por tanto, no había periodismo científico, sino algún que otro "héroe de la divulgación". Con el empuje de la ciencia arraigó el periodismo científico en España, aunque ambos (ciencia y periodismo científico) seguimos en precario en comparación con países europeos, salvo excepciones... me refiero, por ejemplo a *El País* y al *ABC*, que mantienen continuidad y apoyo ("de lujo" en comparación con otros medios españoles) en la sección de ciencia desde hace años.

16. Llevo dedicado al periodismo científico casi 20 años y siempre me ha parecido que era un pionero, que esta parcela informativa tenía mucho futuro a pesar de las dificultades que debe superar. Me encantaría llegar a ese futuro aunque dudo de que lo consiga.
17. Paradójicamente, a finales de siglo y cuando ya toda la sociedad ha asumido de forma generalizada que el entorno tecnológico será el marco de su actividad y la de sus hijos a partir de ahora, los medios de comunicación de masas, que durante algunos años demostraron cierta fascinación por las tecnologías emergentes, han dado la espalda a estos contenidos o los han banalizado hasta un punto que no se conocía desde finales de los años setenta. Esto responde en parte a la banalización de contenidos que se ha producido en todas las áreas informativas, en un momento en el que la prensa escrita sufre una crisis de identidad frente a las publicaciones electrónicas y la televisión y no encuentra cómo posicionarse ante la perspectiva de una alarmante bajada de lectores en los próximos años, un fenómeno que ya está comenzando a percibirse en todo el mundo occidental. En vez de apostar por una información más seria y contrastada, ha optado por realizar un proceso de *camaleonización* con su sempiterna enemiga televisiva y responde a la falta de contenidos de ésta con una apabullante falta de ideas y una búsqueda de estereotipos manidos en los que la información científico-tecnológica apenas tiene cabida. Esto va a suponer, a medio plazo, la exclusión de los que tienen que ser sus lectores potenciales, los jóvenes. La juventud actual, inmersa desde la infancia en una marco tecnológico en perpetuo cambio, en modo alguno se va a sentir identificada con un periodismo del todo ajeno a estos contenidos, y su opción más lógica será buscar como soporte esta misma tecnología para acceder a los temas en los que está acostumbrada a desenvolverse, ya sea para acceder a la propia tecnología como a la cultura, al ocio o a la comunicación social. Las tímidas entradas de los periódicos en

entornos tecnológicos responde más a una estrategia de mercado que a un sincero *mea culpa* por la exclusión de estos soportes y su mundo dentro de los contenidos *importantes* de las publicaciones. Esta falta de clarividencia sobre lo que ya supone la tecnología es un suicidio a medio plazo para este periodismo decimonónico, rechazando visceralmente la ciencia y la tecnología como valores importantes en su estrategia global de cara al consumidor y manteniéndolos sujetos a la potestad desvirtuadora de las secciones de Sociedad. De todas maneras, la falta de peso de la ciencia y la tecnología en la prensa actual no puede deberse a un solo factor. No parece normal que este proceso de rechazo a dichos campos se esté produciendo simultáneamente en todos los países, incluso en algunos con tanto peso tecnológico como Estados Unidos o Alemania. No hace falta mucha imaginación para plantearse si esta desvirtuación de la realidad, consentida y asumida, no responderá a una estrategia de los poderes fácticos para alejar a la opinión pública de los temas científico-tecnológicos, precisamente cuando la respuesta de la sociedad a éstos comienza a ser más comprometida y militante. Qué mejor forma de acallar la contestación popular que darle una información manipulada y sesgada, o aún mejor, darle la mínima posible. La política de alianzas tecnológicas va a configurar en el siglo que está a punto de comenzar un nuevo poder económico supranacional omnipresente y omnímodo, que afectará a todos los elementos sociales. Una sociedad contestataria no sería un buen caldo de cultivo para poner en marcha megaproyectos en los que la única ética es el beneficio, bajo la fórmula de que el fin justifica los medios. En este contexto, el periodismo científico-tecnológico puede cobrar, si sobrevive a la dura confrontación que le espera, un protagonismo hasta ahora inimaginable en extensión y objetivos, nada más y nada menos que vigilar a los nuevos *grandes hermanos*, para asegurarse de que la absorción por la sociedad de las nuevas tecnologías no sea asumida de forma traumática y perversa. Si como se ha dicho en tantas ocasiones, la tecnología no es intrínsecamente malévol, pero sí puede serlo el uso que se haga de ella, el periodismo científico-tecnológico tendrá que revestirse de rigor y profundidad para mantener el equilibrio entre esa parte de la sociedad que reclamará su derecho a oponerse a cualquier avance tecnológico y la que recibirá sus beneficios más o menos consciente de lo que éstos aportan a su vida. El poder anestésico de los medios de comunicación de masas manipulados resulta enormemente atractivo a los poderes fácticos. Megamanipulaciones experimentales como la del fenómeno Lady Di han puesto de manifiesto hasta qué punto es influenciable la opinión pública mundial simultáneamente, en un momento en el que se produce la aparición del mercado global. Y a los buenos resultados de la prueba pueden sumarse en los próximos años todo tipo de temas candentes de la sociedad (la protesta bioética orquestada a escala planetaria, e incluso las guerras del Golfo, pueden enmarcarse en esta estrategia). La tecnología no va a marginarse de este contexto y las luchas por el poder mediático, telemático o informático sólo son la punta del *iceberg* que aflorará en la próxima década. Va a ser difícil diferenciar economía de tecnología, por lo que ésta supone de valor añadido en

cualquier proceso financiero y, por la misma razón, no será posible mantener al periodista científico-tecnológico dentro del estatus de perpetuo pionero o cruzado de la causa que se ha visto obligado a cumplir desde hace tres décadas (dos en el caso de España). Conclusión: sin un periodismo científico-tecnológico de primer orden no será posible comprender la evolución de la Humanidad en el próximo siglo.

18. Será cada vez más imprescindible porque la gente quiere conocer cómo puede llegar a cambiar su vida aquello que el científico está investigando en el laboratorio. De hecho, cuando aparece una noticia de este tipo, da lugar a todo tipo de discusiones.
19. En nuestro país está en auge y prueba de ello son las múltiples publicaciones que hay y su número de lectores. *Muy Interesante* tiene 2 millones por número, cifra superada sólo por la prensa del corazón. Los diarios también le dan cada vez más cancha, aunque no la suficiente. Hay déficit de este tipo de información, en general. Es de suponer que esta especialización tiene un buen futuro por delante.



Mancha solar.

Imagen con alta resolución espacial, obtenida con el telescopio de la Torre Solar Sueca, del Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma).

La barra representa 725 km en el Sol.

© J.A. Bonet, A. Hanslmeier, M. Sobotka y M. Vázquez.

BIBLIOGRAFÍA

- ABETTI, Giorgio.** *Historia de la Astronomía*. Trad. por Alejandro Rossi. Fondo de Cultura Económica (Breviarios 118). México-Buenos Aires, 1966, 2ª edición. (e.o. 1949).
- ACIRÓN ROYO, Ricardo.** *Canarias: Prensa y Turismo*. Editorial Idea. Santa Cruz de Tenerife, 1997, 1ª edición.
- AGUILAR PERIS, José.** *Diccionario de Física*. Editorial Alhambra. Madrid, 1987. 1ª edición.
- ALBAIGÈS, Josep M., e HIPÓLITO, M. Dolores.** *Un siglo de citas*. Enciclopedias Planeta. Barcelona, 1996.
- ALCOBA, Antonio.** *Especialización: futuro del periodismo*. Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Madrid. Madrid, 1988.
- ALVAR EZQUERRA, Manuel.** *La formación de palabras en español*. Arco Libros (Cuadernos de Lengua Española). Madrid, 1993.
- ALLEN, Richard Hinckley.** *Star Names. Their Lore and Meaning*. Dover Publications, Inc. New York, 1963. Reimpresión de *Star Names and their Meanings*, publicada en 1899, por G.E. Stechert.
- AMAT, Nuria.** *De la información al saber*. Fundesco. Madrid, 1990.
- AMAT, Nuria.** *Documentación científica y nuevas tecnologías de la información*. Pirámide. Madrid, 1987.
- ANDERNACH, Heinz.** "Las radiofuentes y su incesante búsqueda en catálogos. Hitos de la Radioastronomía", en *IAC Noticias*, N. 1-1992.
- ANTEQUERA CONGREGADO, Luz.** "Altamira. Astronomía, Magia y Religión en el Paleolítico", en la obra colectiva *Arqueoastronomía Hispánica. Prácticas astronómicas en la Prehistoria de la Península Ibérica y los Archipiélagos Balear y Canario*. Coordinador. Juan Antonio Belmonte. Equipo Sirius. Madrid, 1994.
- ANTÓN, Margarita.** Apuntes de clase.
Anuario El País 1997.
- APARICIO JUAN, Antonio, y SALVADOR VENTURA, Francisco.** "Astronomía y astrología en Isidoro de Sevilla", en *Florentia Iliberritana, Revista de Estudios de Antigüedad Clásica*. (Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada). N. 6, 1995.
- ARIAS, Juan.** "Los lectores piden más y mejor información científica", en *El País*, 9/4/95.
- ARMAÑANZAS, Emy, DÍAZ NOCI, Javier y MESO, Koldo.** *El periodismo electrónico. Información y servicios multimedia en la era del ciberespacio*. Barcelona: Ariel (Comunicación), junio 1996. 1ª edición.
- ARMENTIA, Javier.** "Las incógnitas de Europa", en *El País*, 13/4/97.
- ARMENTIA, Javier.** "Los objetos más distantes del Universo", en *Universo*, N. 4, agosto de 1995.
- ARNTZ, Reiner, y PICHT, Heribert.** *Introducción a la terminología*. (Einführung in die Terminologearbeit) Trad. por Amelia de Irazazábal, María José Jiménez, Erika Schwarz y Susana Yunquera. Fundación Germán Sánchez Ruipérez y Ediciones Pirámide. (Biblioteca del Libro 64). Madrid, 1995 (e.o. 1989).
- ARP, Halton.** *Controversias sobre las distancias cósmicas y los cuásares*. (Quasars, Redshifts and Controversies). Trad. por Manuel Sanromá. Tusquets Editores. Barcelona, 1992. 1ª edición (e.o. 1987).
- ARRUTI, Alberto Miguel.** "Información y divulgación. Hacia una definición del periodismo científico", en *Periodismo Científico*. N. 2. Enero de 1995.
- ASIMOV, Isaac.** *El Universo* (The Universe. From Flat Earth to Quasar). Trad. por Miguel Paredes Larrucea. Alianza Editorial. Madrid, 1986, 10ª reimpresión (e.o. 1966).
- ASIMOV, Isaac.** *Introducción a la Ciencia*. (Asimov's Guide to Science). Trad. por Jorge de Orus y Manuel Vázquez. Plaza y Janés. Barcelona, octubre 1982 (e.o. 1973).
- BAGDIKIAN, Ben.** *The Information Machine*. Harper. Nueva York, 1971.
- BAILEY, M.E.** "Can 'invisible' bodies be observed in the Solar Systems?", en *Nature*, Vol. 259. N. 5541. January 29, 1976. Págs. 290-291.
- BARROW, John, y TIPLER, Frank.** *The Anthropic Cosmological Principle*. Oxford University Press. Oxford, 1986.
- BARROW, John.** *Teorías del Todo*. Crítica (Grijalbo Mondadori). Drakontos. Barcelona, 1994. (e.o. 1991)
- BASRI, G.; MARCY, G., y GRAHAM, J.R.,** "Lithium in Brown Dwarf Candidates: the Mass and the Age of the Faintest Pleiades Stars", en *ApJ*, Vol. 458, Págs. 600-609, 1996.
- BATTANER, Eduardo.** *Fluidos cósmicos*. Labor Universitaria. Manuales. Barcelona, 1986, 1ª edición.
- BEATTY, Cheryl J., y FEINBERG, Richard T.** "Cosmología Participativa: Nuevos Nombres para el Big Bang" en *Cosmos*, mayo de 1994. Págs. 286-288. Artículo en inglés: "Participatory Cosmology: The Big Bang Challenge", en *Sky and Telescope*, marzo de 1994. Págs. 20-22.
- BEATTY, J. Kelly/CHAIKIN, Andrew (editores).** *The new Solar System*. Cambridge University Press y Sky Publishing Corp. 1992, 3ª edición.
- BELMONTE AVILÉS, Juan Antonio (coordinador).** *Arqueoastronomía Hispánica. Prácticas astronómicas en la Prehistoria de la península Ibérica y los Archipiélagos Balear y Canario*. Equipo Sirius. Madrid, 1994.
- BELMONTE, Juan Antonio.** "Historias del Zodíaco", en la obra colectiva *Misterios del Cosmos y otros ensayos*, que recoge las conferencias del curso "La Astronomía en Canarias", organizado en el Museo de la Ciencia y el Cosmos de Tenerife en 1996. Organismo Autónomo de Museos y Centros del Cabildo de Tenerife. Tenerife, 1997.
- BELMONTE, Juan Antonio.** *Las Leyes del Cielo. Astronomía y civilizaciones antiguas*. Ediciones Temas de Hoy. Madrid, junio de 1999, 1ª edición.
- BELL BURNELL, S. Jocelyn.** "Petit four", en *Annals New York Academy of Sciences*. 302, 685 (Eight Texas Symposium), 1977.
- BENHAMOUDA, A.** "Les noms arabes des étoiles. Essai d'identification" en *Annals de l'institut orientales*. Tomo IX. Faculté des lettres de l'université d'Alger. Alger, 1951.
- BERNSTEIN, Jeremy.** *Quarks, chiflados y el cosmos*. (Crank, Quarks and the Cosmos). Trad. por Tomás González Larena. Alianza Editorial. Madrid, 1994. (e.o. 1993).
- BERRY, A.** *A Short History of Astronomy*. Murray. London, 1898.

- BERRY, Adrian.** *Los próximos diez mil años: el futuro del hombre en el universo. (The Next Ten Thousand Years - A Vision of Man's Future in the Universe)*. Trad. por Andrés Ortega Klein. Alianza Editorial. Madrid, 1988, 3ª reimpresión (e.o. 1974).
- BLAAUW, Adriaan.** *History of the IAU. The Birth and First Half-Century of the International Astronomical Union*. Kluwer Academic Publishers/IAU. The Netherlands, 1994.
- BLANCHÉ, Robert.** *La epistemología. (L'Épistémologie)*. Trad. por A. Giralt Pont. Oikos-tau, s.a. ediciones (Colección *¿qué sé?*). Barcelona, 1973.
- BOSTIAN, Lloyd R.** "How Active, Passive and Nominal Styles Affect Readability of Science Writing", en *Journalism Quarterly*, Vol. 60, 1983. Págs. 635-640.
- BRENNAN, Richard P.** *Diccionario Básico para la Actualidad Científica. (Dictionary of Scientific Literacy)*. Trad. por Luis Bou. Celeste Ediciones. Madrid, 1994 (e.o. 1992).
- BROCKMAN, John (editor).** *La tercera cultura. Más allá de la revolución científica. (The Third Culture. Beyond the Scientific Revolution)*. Trad. por Ambrosio García. Tusquets Editores. Barcelona, marzo 1996. 1ª edición (e.o. 1995).
- BRUZEK, A. y DURRANT. C.J.** (editores). *Illustrated Glossary for Solar and Solar-Terrestrial Physics*. Dordrecht:Reidel. Publishing Company (Astrophysics and Space Science), 1977.
- BUITRAGO, J, MEDIAVILLA, E., y OSCOZ, A. (editores).** *Relativistic Astrophysics and Cosmology* (Proceedings of the Spanish Relativity Meeting). World Scientific Publishing, Singapore, 1997.
- BURNHAM, R.** *Burnham's Celestial Handbook*. Dover. New York. Vol. 2., 1978.
- BURNS, Jack O.** "Macroestructuras del Universo", en el volumen *Cosmología*, en Libros de Investigación y Ciencia. Selección e introducción de Luis Mas. Prensa Científica. Barcelona, 1988. Págs. 96-106.
- CABRÉ, M. Teresa.** *La terminología: teoría, metodología, aplicaciones*. Editorial Antártida/Empuries. Barcelona, 1993.
- CABRERA INFANTE, Guillermo.** *Cine o Sardina*. Ediciones Santillana. Extra Alfaguara. Madrid, 1997.
- CALVO HERNANDO, Manuel.** "Ideas sobre un Programa de Difusión de la Ciencia al Público", documento aportado por el autor.
- CALVO HERNANDO, Manuel.** "Periodismo científico en España, el papel de las universidades y de los centros de investigación", conferencia pronunciada en las Jornadas de AUGAC celebradas en la Universidad Internacional de Andalucía "Antonio Machado", en Baeza (Jaén), del 10 al 11 de noviembre de 1994.
- CALVO HERNANDO, Manuel.** "Un cuarto de siglo de periodismo científico en Iberoamérica", ponencia en la Primera Conferencia Mundial de Periodistas Científicos. Tokio, 10-13 de noviembre de 1992.
- CALVO HERNANDO, Manuel.** "Un periodista en el Big Bang (Ciencia e Información ante el III Milenio)", conferencia con motivo del *Quadragesimo Anno* de la fundación de la Asociación de Personal Investigador del CSIC. Residencia de Estudiantes, Madrid. 11 de junio de 1996.
- CALVO HERNANDO, Manuel.** *Ciencia y Periodismo*. CEFI, Centro de Estudios para el Fomento de la Investigación. Barcelona, 1990.
- CALVO HERNANDO, Manuel.** Documento para la Comisión Mixta de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico de las Cortes Generales, con motivo de las Jornadas Parlamentarias sobre Información Biocientífica en los Medios de Comunicación (octubre-noviembre 1995).
- CALVO HERNANDO, Manuel.** *La ciencia en el tercer milenio. Desafíos, direcciones y tendencias*. Prólogo de Federico Mayor Zaragoza. McGraw-Hill/Interamericana de España. Madrid, 1995.
- CALVO HERNANDO, Manuel.** *Manual de Periodismo Científico*. Bosch Casa Editorial Paraninfo. Barcelona, enero 1997. 1ª edición.
- CALVO HERNANDO, Manuel.** *Periodismo Científico*. Editorial Paraninfo. Madrid, 1992. 2ª edición revisada y ampliada.
- CALVO HERNANDO, Manuel.** *Periodismo Científico*. Editorial Paraninfo, Madrid, 1977. 1ª edición.
- Cartel del IAC sobre cometas, redactado por Itziar Anguita.**
- CASASÚS, Josep María, y NÚÑEZ LADEVÉZE, Luis.** *Estilo y géneros periodísticos*. Ariel Comunicación. Barcelona, octubre de 1991, 1ª edición.
- CASSIRER, Ernst.** *Language and Myth*. Trad. por Susanne K. Langer. Nueva York, 1946.
- Centro de Información y Documentación Científica (CINDOC)** del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).
- CIMPEC-OEA.** *Periodismo educativo y científico*. Editorial Época. Quito (Ecuador), diciembre de 1976, 2ª edición.
- CHAISSON, Eric.** *Relatividad, agujeros negros y el destino del Universo (Relatively speaking, relativity black holes, and the fate of the Universe)*. Trad. por Neus Galí. Plaza y Janés Editores/Muy Interesante. Barcelona, 1990.
- CLOSE, Frank.** *La cebolla cósmica. Los quarks y la naturaleza del Universo (The cosmic onion. Quarks and the nature of the Universe)*. Trad. por Antoni Méndez. Introd. de Ramón Pascual. Editorial Crítica/Grijalbo (Enseñanza/Crítica). Barcelona, 1988 (e.o. 1983).
- COLLINS, Harry, y PINCH, Trevor.** *El gólem. Lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia (The Golem: What Everyone Should Know about Science)*. Trad. por Juan Pedro Campos. Crítica. Grijalbo Mondadori. (Drakontos). Barcelona, 1996 (e.o. 1993).
- COMELLAS, José Luis.** *Vida y muerte de las estrellas*. Equipo Sirius. Madrid, 1992.
- CORNELL, James.** "Informe del estado en el mundo del periodismo científico", en I Congreso Nacional de Periodismo Científico, celebrado en Madrid, del 19 al 20 de abril de 1990. Editado por el CSIC. Madrid, 1990. Págs. 125-132.
- COROMINAS, Joan.** *Breve Diccionario Etimológico de la Lengua Castellana*. Editorial Gredos. Madrid, 1996. 3ª edición, 7ª reimpresión. (e.o. 1961).
- CORTÁZAR, Julio.** *Prosa del Observatorio*. Editorial Lumen. Barcelona, 1974 (e.o. 1972).
- Cuaderno "Clasificaciones Científicas"**, de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología, editado por el Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid, 1989.
- CUETO, Juan.** "Mirar estrellas", en *El País Semanal*, 26/7/98. N. 1.139.
- DAVIES, Paul.** *El Universo desbocado. Del Big Bang a la catástrofe final. (The Runaway Universe)*. Trad. por Robert Estalella. Salvat Editores (Biblioteca Científica Salvat, núm. 1). Barcelona, 1985 (e.o. 1978).
- DAVIES, Paul.** *Superfuerza (Superforce)*. Trad. por Domingo Santos. Salvat Editores (Biblioteca Científica Salvat, núm. 4). Barcelona, 1985 (e.o. 1984).
- DAVIES, Paul.** *The Mind of God. Science and the Search for Ultimate Meaning*. Simon & Schuster. London, 1992.

- DE IRAZÁBAL NERPELL, Amelia.** “La terminología científica. Su enseñanza en Lengua Española”, en *Política Científica*. N. 38, noviembre de 1993.
- DE LUIS FERNÁNDEZ, M. Begoña.** *Astrofísica y Literatura. “El Canto Cósmico de Ernesto Cardenal”*. Asociación de profesores Jubilados de Escuelas Universitarias. Madrid.
- DE PABLOS COELLO, José Manuel.** “La infografía, el nuevo género periodístico”, en la obra colectiva *Estudios sobre tecnologías de la información*. Coordinada por Donaciano Bartolomé Crespo. Prólogo de Pedro Orive Rivas. Editorial Sanz y Torres (Colección Medios de Comunicación). Madrid, 1991. Tomo 1. Págs. 153-190.
- DE PABLOS, Juan Manuel.** “Bondades éticas del infoperiodismo”, en *Chasqui* (Revista Latinoamericana de Comunicación). N. 41. Abril de 1992.
- DE SEMIR, Marc.** “La aventura del conocimiento. Viaje por la ciencia europea”, en *Ciencia & Vida*, Nº 5 julio de 1998. Págs. 50-57.
- DE TORRES, Carlos.** “¿Por qué es tan oscura la noche?”, en *La Vanguardia*, 10/3/90.
- DE VEGA, Pilar.** “El léxico de la Astrofísica en los textos”, en el curso de verano de la UNED “Astrofísica: Proyección filosófica y literaria”, 1993.
- DE VEGA, Pilar.** “El orden de lo enigmático. Sobre el léxico científico y técnico”, en *Nueva Revista*, N. 46. Verano, 1996. Págs. 118-124.
- DE VEGA, Pilar.** “Factores extralingüísticos en la selección terminológica del Vocabulario científico y técnico de la Real Academia de Ciencias de España”, en el Seminario “Semana Hispánica” organizado por la Universidad de Augsburg (Alemania), en diciembre de 1997. (Pendiente de publicación).
- DEL PUERTO, Carmen, y LÓPEZ BETANCOR, Begoña.** “¿Habrá más grandes cometas antes de fin de siglo?”, en *IAC Noticias*, N. 1-1997. Págs. 14-15.
- DEL PUERTO, Carmen, y LÓPEZ BETANCOR, Begoña.** “Halton Arp: ‘Las observaciones me obligaron a disentir’”, en *IAC Noticias*, N. 1-1996. Sección “A través del prisma”: “El secreto de los cuásares y sus posiciones astronómicas”. Págs. 38-41.
- DEL PUERTO, Carmen.** “*Apaga una luz y enciende una estrella*”. Campañas de divulgación científica promovidas por el Instituto de Astrofísica de Canarias”, en el I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia, celebrado en Granada, del 25 al 27 de marzo de 1999.
- DEL PUERTO, Carmen.** “La herejía de los genios”, en *IAC Noticias*, N. 1-1993. Págs. 22-25.
- DEL PUERTO, Carmen.** “La vida no pudo originarse en la Tierra”, publicada en *Muy Interesante*, N. 146, julio, 1993.
- DEL PUERTO, Carmen.** “Los ‘problemas clave’ del periodismo científico en Canarias: un ejemplo del tratamiento informativo de la prensa canaria dado a temas de astronomía”. Trabajo de investigación presentado en el Departamento de la Facultad de Ciencias de la Información de la Universidad de La Laguna.
- DEL PUERTO, Carmen.** “Marrón no es un color”, en *Universo*, N. 13. Mayo de 1996. Págs. 46-47.
- DEL PUERTO, Carmen.** “Periodismo científico: la hoguera de las vanidades”. Conferencia pronunciada el 19 de junio de 1991, en el Aula del Instituto de Astrofísica de Canarias, en el marco de un curso de doctorado.
- DEL PUERTO, Carmen.** “Un agujero negro en nuestra galaxia”, en *IAC Noticias* N. 1-1992. Págs. 16 y 17. Delacorte Press, Nueva York, 1992.
- DELLA PRUGNA, Franco, y otros autores.** *Astronomía. Una visión del Cosmos*. Cuadernos Lagoven. Premio Nacional de Periodismo. Venezuela, 1986.
- DI TROCCHIO, Federico.** *Las mentiras de la ciencia*. Alianza Editorial. Madrid, 1995.
- Diccionario de la Lengua Española.** Versión en CD-ROM de la 21ª edición del Diccionario usual de la Real Academia Española.
- Diccionario del uso del español María Moliner.** Editorial Gredos. Madrid, 1986.
- Diccionario enciclopédico Grijalbo.** Ediciones Grijalbo. Barcelona, 1986.
- Diccionario ideológico de la Lengua Española Julio Casares de la Real Academia Española.** Editorial Gustavo Gili. Barcelona, 1984, 2ª edición.
- DICKEL, H.R., LORTET, M.-C., y DE BOER, K.S.** “Designation and Nomenclature for Diffuse Radiating Sources”, en *Astronomy & Astrophysics Supplement Series*, Vol. 68. Págs. 75-80. Febrero de 1987.
- Don Quijote de la Mancha** de Miguel de Cervantes Saavedra. Nueva edición anotada. Al cuidado de Silvia Iriso y Gonzalo Pontón. Presentación y prólogo de Francisco Rico. Círculo de Lectores (Galaxia Gutenberg). Barcelona, 1998, 1ª edición.
- DRAGO, Tito (compilador).** “*La ciencia y la opinión pública*” en *Arbor* (Ciencia, pensamiento y cultura). Consejo Superior de Investigaciones Científicas (núm. 534-535. Tomo CXXXVI). Madrid, junio-julio 1990.
- DRAKE, Stillman.** *Galileo at work. His scientific Biography*. The University Chicago Press. Chicago, 1978.
- DRESSLER, Alan.** *Voyage to the Great Attractor: exploring intergalactic space*. (1994) Alfred A. Knopf. New York, 1995.
- DRETSKE, Fred I.** *Conocimiento e Información*. (Knowledge & the flow of information). Trad. Por Margarita Vicedo, Montserrat Guilla y Fina Pizarro. Salvat Editores. Barcelona, 1987.
- EICHER, David J.** *The Universe from Your Backyard. A Guide to Deep-Sky Objects from Astronomy Magazine*. Cambridge University Press. Cambridge, 1988.
- El País Libro de Estilo.** Ediciones El País. Madrid, 1990.
- Enciclopedia Los Premios Nobel.** Ediciones Orbis. Barcelona, 1982. Vol. V (1967-1983).
- Enciclopedia Universal Ilustrada (Europea-Americana).** Espasa-Calpe Editores. Madrid, 1988 (e.o. 1926).
- Encuentro de Periodistas Científicos.** Aportaciones al Primer Congreso Español de Periodismo Científico. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, octubre de 1989.
- ENEBRAL CASARES, Fernando.** *La información interactiva en Gabinetes de Comunicación*. Tesis doctoral dirigida por Javier Fernández del Moral. Facultad de Ciencias de la Información. Madrid, julio de 1992.
- Estatutos de la Asociación Española de Terminología.**
- FAUS BELAU, Ángel.** *La ciencia periodística de Otto Groth*, Instituto de Periodismo de la Universidad de Navarra. Pamplona, 1966.
- FAYARD, Pierre, y CARBOU, Delphine.** *Fusion Chaude. Innovations pour la communication publique des sciences*. Les éditions de L'Actualité Poitou-Charentes. Poitiers, 1994.
- FAYARD, Pierre.** “¿Exceso de información o ceguera estratégica? Consideraciones sobre la inteligencia y el conocimiento”, en *Telos. Cuadernos de Comunicación, Tecnología y Sociedad* (Fundesco). N. 44, diciembre-febrero 1996. Págs. 11-14.

- FAYARD, Pierre. "La communication scientifique publique. De la vulgarisation à la médiatisation", en *Chronique Sociale*. Lyon, 1988.
- FAYARD, Pierre. "Los cosacos no acuden nunca a la cita", en *La Vanguardia*, 21/4/90.
- FAYARD, Pierre. *La culture scientifique. Enjeux et moyens*. La documentation Française (Problèmes politiques et sociaux). París.; 8 junio 1990.
- FAYARD, Pierre. *Sciences aux Quotidiens. L'information scientifique et technique dans les quotidiens nationaux européens*. Z'Éditions. Niza, mayo 1993.
- FERNÁNDEZ BAYO, Ignacio. "Periodismo Científico: algo más que divulgar", en *Política Científica*, diciembre de 1988. N. 15. Págs. 57-58.
- FERNÁNDEZ DEL MORAL, Javier, y ESTEVE RAMÍREZ, Francisco. *Fundamentos de la Información Periodística Especializada*. Editorial Síntesis (Periodismo). Madrid, 1993.
- FERNÁNDEZ DEL MORAL, Javier. *Modelos de comunicación científica para una información periodística especializada*. Editorial Dossat. Madrid, 1983.
- FERNÁNDEZ, A., LORTET, M.C. y SPITE, F. "First Dictionary of Astronomical Nomenclature", en *Astronomy & Astrophysics Supplement Series*, Vol. 52. 1983
- FERNÁNDEZ-RAÑADA, Antonio. *Los muchos rostros de la ciencia*. Premio Internacional de Ensayos Jovellanos 1995. Ediciones Nobel. Oviedo, 1995. Pág. 61.
- FERRIS, Timothy. "En busca de un nuevo nombre para el Big Bang" en *Cosmos*, octubre de 1993. Págs. 672-673. Artículo en inglés. "Needed: A Better Name for the Big Bang", en *Sky and Telescope*, agosto de 1993. Págs. 4-5.
- FRITZSCH, Harald. *Los quarks, la materia prima de nuestro universo*. Alianza Editorial. Madrid, 1982.
- GAARDER, Jostein. *El mundo de Sofía. Novela sobre la Historia de la Filosofía*. (Sofies verden. Roman om filosofiens historie). Trad. por Kirsti Baggethun y Asunción Lorenzo. Ediciones Siruela. Madrid, junio de 1995, 15ª edición.
- GALDÓN LÓPEZ, Gabriel. *Principios operativos de la Documentación Periodística*. Dossat. Madrid, 1989.
- GAMOW, George. *Biografía de la física*. (Biography of Physics). Trad. por Fernando Vela. Alianza Editorial. Madrid, 1985, 2ª reimpresión (e.o. 1961).
- GAMOW, George. *La creación del Universo* (The Creation of the Universe). Trad. por Manuel Pérez Sama. RBA Editores (Biblioteca de Divulgación Científica de *Muy Interesante*). Barcelona, 1993. (e.o. 1952).
- GARCÍA ARCE, Ana. "Divulgadores de la Ciencia. Prensa, radio y televisión detectan un creciente interés por los temas científicos", en *Política Científica*. Octubre de 1988. N. 14. Págs 51-54.
- GARCÍA DE LA ROSA, Ignacio. "Los 'ojos' del Cosmos. ¿Qué queremos saber sobre el Universo pero no nos atrevemos a preguntar", en el seminario "La docencia de la Astronomía en las Enseñanzas Medias. Un curso de apoyo al Profesorado", organizado por la sede de la UIMP en Tenerife, en colaboración con el IAC, del 3 al 7 de marzo de 1997.
- GARCÍA DE LA ROSA, J.I. y otros (entre ellos DEL PUERTO, C.). "The Instituto de Astrofísica de Canarias' efforts to publicise Astronomy", en el Coloquio N. 98 de la IAU sobre "The Contribution of Amateur Astronomers to the Astronomy". París, 19-25 de junio de 1987.
- GARCÍA RAMOS, Juan Manuel. "Mirar al cielo", en *Diario de Avisos*, 20/7/97.
- GARRIDO MEDINA, Joaquín. *Idioma e información. La lengua española de la comunicación*. Editorial Síntesis (Colección Periodismo). Madrid, 1994.
- GIBILISCO, Stan. *Cometas, meteoros y asteroides. Cómo afectan a la Tierra*. (Comets, meteors, and asteroids: how they affect earth). Trad. por José Meseguer. McGraw W-Hill/Interamericana de España. Madrid, 1991
- GONZÁLEZ ÁLVAREZ, Joaquín, y DE LUIS FERNÁNDEZ, M. Begoña. "Lo científico en la poesía de Rafael Alberti" en *A Distancia*, revista de la Universidad Nacional de Educación a Distancia. Cuadernos de Cultura. Otoño de 1993. Págs XVI-XVIII.
- GONZÁLEZ DE LA ROSA, Manuel. "El Evaluador Perimétrico DELPHI", en *IAC Noticias*, N. 21. Noviembre de 1991. Págs. 12 y 13.
- GONZÁLEZ GARCÍA, Marta Y., LÓPEZ CERESO, José A., y LUJÁN LÓPEZ, José L. *Ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Con la contribución de M. Inmaculada de Melo Martín y Carl Mitcham. Tecnos. Madrid, 1996.
- GONZÁLEZ MORA, José Luis. "La neurotransmisión, monitorizada en tiempo real con técnicas de voltametría 'in vivo'", en *IAC Noticias*, N. 2-1993, Págs. 12 y 13.
- GOYISOLO, Juan. "Cervantes, España y el Islam", en el suplemento "Culturas" de *Diario 16*, 23/6/85.
- GUTIÉRREZ, C.M., DAVIES, R.D., WATSON, R.A., REBOLO, R., HANCOCK, S., y LASENBY, A.N. "Cosmology. Recent Results of the Tenerife CMB Experiments", en *Astronomical and Astrophysical Transactions*, Vol. 10 Págs. 43-52, 1996.
- GRIBBIN, John. *Diccionario del Cosmos* (Companion to the Cosmos). Trad. por Javier García Sanz. Editorial Crítica (Grijalbo Mondadori). Barcelona, 1997 (e.o. 1996)
- GRIBBIN, John. *En busca del Big Bang* (In search of the Big Bang). Trad. por Manuel Martínez Luque-Romero. Ediciones Pirámide. Madrid, 1989, 2ª edición (e.o.1986).
- GRIBBIN, John. *En el principio... El nacimiento del universo viviente*. (In The Beginning. The Birth of the Living Universe). Trad. por Jesús Unturbe. Alianza Editorial. Madrid, 1994 (e.o. 1993).
- GUTIÉRREZ RODILLA, Bertha M. *La ciencia empieza en la palabra. Análisis e historia del lenguaje científico*. Ediciones Península. Barcelona, octubre de 1998, 1ª edición.
- HALL, Stephen S. "Chaos, Quarks, and Quantum Leaps. What's in a Scientific Name?" en la *Encyclopaedia Britannica Science Update* 1994.
- HARAMUNDANS, Katherine (editora). *Cecilia Payne-Gaposchkin, an autobiography and other recollections*. Cambridge University Press. Cambridge, 1984.
- HAWKING, Stephen W. *Historia del tiempo. Del big bang a los agujeros negros*. (A Brief History of Time. From the Big Bang to Black Holes). Trad. por Miguel Ortuño. Introducción de Carl Sagan. Editorial Crítica. Barcelona, 1989, 9ª edición (e.o. 1988).
- HAWKING, Stephen. *Agujeros negros y pequeños universos y otros ensayos*. (Black holes and baby universes and other essays). Trad. por Guillermo Solana Alonso. Plaza y Janés. Barcelona, 1994.

- HECK, A., EGRET, D., y OCHSENBEIN, F.** *StarBits*. Base de datos del CDS sobre abreviaturas, acrónimos, contracciones y símbolos en los campos de la astronomía, ciencias espaciales y organizaciones mundiales relacionadas.
- HEISENBERG, Werner.** *Encuentros y conversaciones con Einstein y otros ensayos*. Trad. de Miguel Paredes. Alianza Editorial. Madrid, 1979 (e.o. 1975).
- HENBEST, Nigel.** *El Universo en explosión*. Debate. Madrid, 1982.
- HENBEST, Nigel.** *The New Astronomy*. Cambridge University Press. Cambridge, 1983.
- HERRMANN, Joachim.** *Estrellas* (Die Sterne). Trad. por Emilio Elizalde Rius. Editorial Blume. Barcelona, 1987, 1ª edición (e.o. 1985).
- HEWISH, A., BELL, S.J., PILKINGTON, J.D.H., SCOTT, P.F., y COLLINS, R.A.** "Observation of a Rapidly Pulsating Radio Source" en *Nature*, Vol. 217, 24 de Febrero, 1968.
- HEWISH, Antony.** "Pulsars", en *Scientific American*, Vol. 219, octubre de 1968. Págs. 25-35.
- HOYLE, Fred.** *Iniciación a la Astronomía*. (Highlights in Astronomy). Trad. por Alfredo Arche Miralles. Hermann Blume. Madrid, 1979.
- HOYLE, Fred.** *The Nature of the Universe*. A series of Broadcast Lectures. Basil Blackwell. Oxford, 1950.
- HUBBLE, Edwin.** *The Realm of the Nebulae*. Foreword by James E. Gunn. Yale University Press (Silliman Milestones in Science), New Haven and London, 1982 (e.o. 1936).
- I Congreso Nacional de Periodismo Científico**, celebrado en Madrid, del 19-20 de abril de 1990. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, 1990.
- ILLINGWORTH, Valery (editora).** *Dictionary of Astronomy*. Harper Collins. Glasgow, 1994.
- Índices anuales de El País**. Diario El País, S.A.. Varios volúmenes (1976-95).
- Informes anuales del Comité Científico Internacional de los Observatorios del IAC.**
- INÉS GARCÍA-ALBI, Inés.** "Un regalo cósmico", en la sección "Gente" del diario *El País*, 30/9/94.
- Institute for Scientific Information (ISI)**, de Philadelphia, Pennsylvania, US.
- JASCHEK, C.** *Data in Astronomy*. Cambridge University Press. Cambridge, 1988.
- JIMÉNEZ, Marimar.** Comentario al libro *Voyage to the Great Attractor: exploring intergalactic space*, de Alan Dressler. Libros de la sección de *Futuro de El País*.
- KADNER, Ute.** *¿Quién es quién en el firmamento?* Planetario de Madrid. Madrid, noviembre de 1988, 1ª edición.
- KAFATOS, Minas C., HARRINGTON, Roberts S., y MARAN, Stephen P. (editores).** *Astrophysics of Brown Dwarfs*. Comunicaciones presentadas en el *Workshop* del mismo título celebrado en la Universidad George Mason de Fairfax (Virginia, EEUU), del 14 al 15 de 1985. Cambridge University Press. Cambridge, 1986.
- KEARL, Bryant, y POWERS, Richard D. Powers.** "Estimating Understanding of Scientific Terms", en *Journalism Quarterly*, 38:221-3 (1961). Págs. 221-228.
- KIDGER, Mark.** "Un paseo por los asteroides", en *Tribuna de Astronomía*. N. 94, septiembre de 1993. Págs. 48-52.
- KING, Henry C.** *The history of the Telescope*. Dover Publications. New York, 1979 (e.o. 1955).
- KRAUSS, Lawrence M.** *La quinta esencia*. Alianza Universidad. Madrid, 1992 (e.o. 1984).
- KRAYENBÜHL GUSI, Beatriz.** "Palabras con mucho sentido", en *La Vanguardia* ("Ciencia y Tecnología"), 2/7/94.
- KUHN, Thomas S.** "Las historias de la ciencia: Mundos diferentes para públicos distintos", en la obra colectiva *Historias de las Ciencias*. Coordinadores: Antonio Lafuente y Juan J. Saldaña. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Colección Nuevas Tendencias, Vol. 5. Madrid, 1987.
- KUHN, Thomas S.** *La estructura de las revoluciones científicas* (The Structure of Scientific Revolutions). Trad. Por Agustín Contin. Breviarios del Fondo de Cultura Económica. Madrid, 1975 (e.o. 1962).
- KUNITZSCH, Paul, y SMART, Tim.** *Short guide to modern star names and their derivations*. Otto Harrassowitz. Wiesbaden, 1986.
- KUNITZSCH, Paul.** "How We Got Our 'Arabic' Star Names", en *Sky and Telescope*, enero de 1983.
- KUNITZSCH, Paul.** *The Arabs and the Stars: Texts and Traditions on the Fixed Stars, and their Influence on Medieval Europe*. Variorum Reprints. Northampton, Reino Unido, 1989.
- LAMBERTI, Corrado.** *Diccionario enciclopédico español-inglés Astronomía*. Trad. por Rafael Pérez y supervisión de *Tribuna de Astronomía*. Jackson Hispania (Ciencia y Tecnología). Madrid, marzo de 1989, 1ª edición (e.o. 1987).
- LAUSTSEN, Svend, MADSEN, Claus, y WEST, Richard M.** *Explorando el cielo austral*. (Exploring the Southern Sky). Trad. por *Tribuna de Astronomía*/Ángel Gómez. Equipo Sirius. Madrid, 1988. (e.o. 1987).
- LEVY, David H.** *Observar el cielo* (Skywatching). Trad. por David Bargalló. Introd. de Robert Burnham. Editorial Planeta. Barcelona, 1995.
- Libro de estilo de El País**. Ediciones El País, mayo de 1990, 4ª edición.
- LONGAIR, Malcolm S.** *Los orígenes del Universo* (The Origins of the Universe. A study of the Origin and Evolution of the Contents of our Universe). Trad. por Tomás González Llarena. Alianza Editorial (Alianza Universidad). Madrid, 1992. (e.o.1991)
- LÓPEZ, Cayetano.** "El Universo cumple años" en *El País*, 22/10/96.
- LÓPEZ, Cayetano.** "Tiempo de planetas", en *El País*, 4/2/96.
- LORTET, M.-C., BORDE, S., y OCHSENBEIN, F.** "The Second Reference Dictionary of the Nomenclature of Celestial Objects", en *Astronomy & Astrophysics Supplement Series*, 107, 193-218, Octubre de 1994.
- LORTET, M.-C., SPITE, F.** "First Supplement to the First Dictionary of the Nomenclature of Celestial Objects", en *Astronomy & Astrophysics Supplement Series*, Vol. 64. Pág. 329. 1986.
- Los Premios Nobel**. Ediciones Orbis, S.A. Barcelona, 1982.
- LOVELL, Bernard.** *Astronomer by chance*. Oxford University Press. Oxford, 1992.
- LYNE, A.G., y GRAHAM-SMITH, F.** *Pulsar Astronomy*. Cambridge University Press. Cambridge, 1990.
- MALLAS, John H., y KREIMER, Evered.** *The Messier Album. An Observer's handbook*. Cambridge University Press. Cambridge, 1979. 1ª edición, and Sky Publishing Corporation.
- MALLAS, John H., y KREIMER, Evered.** *The Messier Album. An Observer's handbook*. Cambridge University Press & Sky Publishing Corporation. Cambridge, 1979, 1ª edición.

- MANCHADO, Arturo, GUERRERO, Martín A., STANGHELLINI, Letizia, y SERRA-RICART, Miquel.** *The IAC Morphological Catalog of Northern Galactic Planetary Nebulae*. Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Tenerife, 1996.
- MANCHADO, Arturo.** "Nebulosas cuadrupolares: un nuevo tipo morfológico de Nebulosas Planetarias", en *IAC Noticias*, N. 1-1996.
- MARAN, Stephen P. (editor).** *The Astronomy and Astrophysics Encyclopedia*. Van Nostrand Reinhold, New York. 1992.
- MARIÁS, Julián.** *Historia de la Filosofía*. Revista de Occidente. Madrid, 1983. 34ª edición.
- MARTÍN SERRANO, Manuel.** "Bases genéticas de la comunicación", en *Epistemología de la Comunicación y análisis de la referencia*. Cuadernos de la Comunicación N. 8. Madrid, 1981.
- MARTÍNEZ ALBERTOS, J.L.** *El lenguaje periodístico*. Editorial Paraninfo. Madrid, 1989.
- MARTÍNEZ ALBERTOS, José Luis.** *Redacción Periodística. Los estilos y los géneros en la prensa escrita*. Editorial A.T.E. (Colección "Libros de Comunicación Social"). Barcelona, 1982, 2ª edición.
- MARTÍNEZ SÁEZ, Luis A.** "Cultura científico-técnica, ¿una contradicción in términos? Hacia una integración de la tecnociencia en la cultura", en I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia. Granada, del 25 al 27 de marzo de 1999.
- MARTOS RUBIO, Alberto.** *Historia de las Constelaciones. Un ensayo sobre su origen*. Equipo Sirius. Madrid, 1992. 6 tomos.
- MAYOR, M., y QUELOZ, D.** "A Jupiter-mass companion to a solar-type star", en *Nature*, Vol. 378, Págs. 355-359, 23 de noviembre de 1995.
- MAZA, José S.** "Los cuasares: los dinosaurios cósmicos", en *Talón de Aquiles*, Año 1. N. 2. Invierno de 1995.
- MEADOWS, A.J.** *The general History of Astronomy*. Vol. 4-A. Astrophysics and twentieth-century astronomy to 1950. Cambridge University Press, 1980. Reseña en Sección Libros. *Investigación y Ciencia*, septiembre de 1985.
- MEANA, Luis.** "La Minirrevolución de Thomas Kuhn", en *El País*, 13/7/96.
- MEDIAVILLA, Evencio, y BUITRAGO, Jesús.** "Hawking singular", en *ABC Cultural*, 27/10/95.
- Memorias Anuales del IAC.**
- Metafísica** de Aristóteles. Trad. por Patricio de Azcárate. Espasa Calpe (Colección Austral). Madrid, 1993. 14ª edición.
- M-H.** Enciclopedia *Historia Gráfica del Siglo XX*. Ediciones Urbión. Madrid, 1982. Tomo 6. Pág. 238.
- MICHAELIS, Anthony.** "Space 'signals' may be from intelligent being". "Pulsating Star Traced", en *The Daily Telegraph*, 5/3/68.
- MICHAELIS, Anthony.** "World hunt for pulsars", en *The Daily Telegraph*, 30/12/68.
- MILLÁS, Juan José.** "Júpiter", en *El País*, 22/7/94.
- MILLER, Jon D., PARDO, Rafael, y NIWA, Fujio.** *Percepciones del público ante la ciencia y la tecnología. Estudio comparativo de la Unión Europea, Estados Unidos, Japón y Canadá*. Fundación BBV. Documenta. Bilbao, 1998.
- MISNER, Charles W., THORNE, Kip S., y WHEELER, John Archibald.** *Gravitation*. W.H. Freeman and Company. New York, 1973 (e.o. 1970).
- MITTON, Jacqueline.** *A concise dictionary of Astronomy*. Oxford University Press. Oxford, 1991.
- MORRIS, M.S., THORNE, K.S., y YURTSEVER, U.** "Wormholes, Time Machines, and the Weak Energy Condition", en *Physical Review Letters*, 61, 1988. Pág. 1.446.
- MORRISON, Philip and Phylis (and The Office of Charles and Ray Eames).** *Powers of ten. A book about the relative size of things in the universe and the effect of adding another zero*. Scientific American Library. New York, 1982.
- MOSTERÍN, Jesús.** "Ciencia y humanidades", en *El País*, 2/12/98.
- MOSTERÍN, Jesús.** *Filosofía de la cultura*. Alianza Editorial. Madrid, 1993, 1ª edición.
- MUÑOZ CASTRO, Emilio.** "Terminología técnica en español: 150 años entre la nada y la esperanza", en *Diálogo Iberoamericano*, N. 16, agosto de 1998.
- MYERS, Greg.** "Lexical Cohesion and Specialized Knowledge in Science and Popular Science Texts", en *Discourse Processes* 14, 1991. Págs. 1-26.
- NAVARRO, José, y NAVARRO, Amparo.** *La enorme pequeñez de la abuela Tierra*. Ediciones de la Torre (Colección Alba y Mayo. Serie Color, núm. 5). Madrid, 1993.
- NELKIN, Dorothy.** *La ciencia en el escaparate*. (Selling Science). Trad. por Jorge A. Andrade Padilla. Los libros de Fundesco. Madrid, 1990 (e.o. 1987).
- NICOLSON, Iain.** *El Sol (The Sun)*. Trad. por Robert Estalella. Hermann Blume. Madrid, 1986.
- NÚÑEZ LADEVÉZE, Luis.** "La gramática y el estilo en el periodismo científico", en *Comunicación y Sociedad*, Vol. V, N. 1 y 2, 1992.
- Oficina para la Justificación de la Difusión (OJD).**
- ORIVE, Pedro, y FAGOAGA, Concha.** *La especialización en el Periodismo*. Editorial Dossat. Madrid, 1974.
- ORTEGA Y GASSET, José.** *¿Que es Filosofía?* Espasa-Calpe (Colección Austral). Madrid, 1984. 6ª edición.
- OSTERBROCK, Donald, GWINN, Joel A., y BRASHEAR, Ronald S.** "Edwin Hubble y el universo en expansión", en *Investigación y Ciencia*, septiembre de 1993. Págs. 8-13.
- OVERBYE, Dennis.** *Corazones solitarios en el Cosmos*. (Lonely Hearts of the Cosmos). Trad. por María del Mar Moya y Miquel Muntaner. Editorial Planeta (Documentos). Barcelona, 1992, (e.o. 1991).
- PELLEQUER, Bernard.** *Guía del cielo*. (Petit guide du ciel). Trad. por Carlos Solís Santos. Prefacio de Hubert Reeves. Asesoramiento de *Tribuna de Astronomía*. Alianza Editorial. Madrid, 1991 (e.o. 1945).
- PÉREZ GARCÍA, Carlos.** "La guerra de las ciencias", en *Quark*, N. 10.
- PÉREZ OLIVA, Milagros.** "Valor añadido de la comunicación científica", en *Quark* 10.
- PHILIP, Neil.** *El libro ilustrado de los mitos*. (The Illustrated Book of Myths). Trad. por Antoni Puiggròs. Ediciones B. Barcelona, 1995.
- PINGRÉ, Alexandre.** *Cometographic*. Impr. Royales, 1783.
- PLOMAN, Edward W.** *Satélites de comunicación. Inicio de una nueva era*. (Communication Satellites). Trad. por José Mata. Editorial Gustavo Gili (GG MassMedia). Barcelona, 1985.
- POE, Edgar Allan.** "El pozo y el péndulo" en *Cuentos I*. Prólogo, traducción y notas de Julio Cortázar. Alianza Editorial. Madrid, 1988, 14ª reimpresión.
- POE, Edgar Allan.** *Eureka. (Eureka: A Prose Poem)*. Trad. y prólogo de Julio Cortázar. Madrid: Alianza (Libro de Bolsillo, núm. 384), 1990, 5ª reimpresión. (e.o. 1956)

- POTTASCH, Stuart R.** *Planetary Nebulae. A Study of Late Stages of Stellar Evolution*. D. Reidel Publishing Company. The Netherlands. Astrophysics and Space Science Library, Vol. 107, 1984. Págs. 1-6
- POWELL, Corey S.** "The Astronomical Naming Game", en *Scientific American*, December 1994.
- Preface to John Flamsteed's Historia Coelestis Britannica**, en Maritime Monographs and Reports. N. 52. National Maritime Museum, 1985.
- PRETA, Lorena (compiladora).** *Imágenes y metáforas de la ciencia*. (Immagini e metafore della scienza). Trad. por Natividad Sánchez Sainz-Trapaga. Alianza Editorial. Madrid, 1993 (e.o. 1992).
- PRIGOGINE, Ilya.** *Las leyes del caos*. (Les lois du chaos). Trad. por Juan Vivanco y revisión de Javier García Sanz. Crítica (Grijalbo Mondadori). Drakontos. Barcelona, 1997.
- Proceedings of the National Academy of Sciences**. Vol. 20, 1934.
- Publication Speciale du C.D.S. #24** Volumes I and II. Observatoire Astronomique de Strasbourg.
- PUIG SAMPER, Miguel Ángel, y PELAYO, Francisco.** *El viaje del astrónomo y naturalista Louis Feuillée a las Islas Canarias (1724)*. Prólogo Arnoldo Santos Guerra. Ayuntamiento de La Laguna. Centro de Cultura Popular Canaria (Colección Taller de Historia). Tenerife, 1997.
- RAMÍREZ, Txema.** *Gabinetes de Comunicación. Funciones, disfunciones e incidencia*. Bosch Casa Editorial (Comunicación). Barcelona, mayo de 1995, 1ª edición.
- RATZKE, Dietrich.** *Manual de los Nuevos Medios. El impacto de las tecnologías en la comunicación del futuro. (Handbuch der Neuen Medien. Zweite, erweiterte und aktualisierte Auflage)*. Trad. por Ramon Ribalta i Ribalta y revisión general de Xavier Rosell y Ferrer. Gustavo Gili. Barcelona, 1986 (e.o. 1982)
- RAUP, David M.** *El Asunto Némesis. Una historia sobre la muerte de los dinosaurios. (The Nemesis Affair. A Story of the Death of Dinosaurs and the Ways of Science)*. Trad. por Nazaret de Terán Bleiberg. Alianza Editorial. Madrid, 1990 (e.o. 1986).
- Real Academia de Ciencias de Suecia.** Nota de prensa del 13 de octubre de 1993 sobre los Premios Nobel de Física de ese año.
- REALE, Giovanni, y ANTISERI, Dario.** *Historia del Pensamiento Filosófico y Científico* (Il pensiero occidentale dalle origini ad oggi). Editorial Herder. Barcelona, 1991. 2ª edición. 3 tomos.
- REBOLO, R., MARTÍN, E.L., BASRI, G.W, MARCY, G., y ZAPATERO OSORIO, M.R.,** "Brown dwarfs in the Pleiades Cluster confirmed by the Lithium Test", en *ApJ*, Vol. 469, Pág. L53-L56, 20 de septiembre de 1996.
- REBOLO, R., ZAPATERO OSORIO, M.R., y MARTÍN, E.L.,** "Discovery of a brown dwarf in the Pleiades star cluster", en *Nature*, Vol. 377, Págs. 129-131, 14 de septiembre de 1995.
- REDONDI, Pietro.** "El oficio del historiador de las ciencias y de las técnicas", en la obra colectiva *Historias de las Ciencias*. Coordinadores: Antonio Lafuente y Juan J. Saldaña. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Colección Nuevas Tendencias, Vol. 5. Madrid, 1987.
- Revista IAC Noticias y suplementos especiales de este boletín informativo del Instituto de Astrofísica de Canarias.**
- REVUELTA, Gemma.** "Situación del Periodismo Científico en la Unión Europea", en I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia. Granada, del 25 al 27 de marzo de 1999. (Libro de resúmenes)
- RIDPATH, Ian.** *Diccionario ilustrado de la Astronomía y Astronáutica Everest*. (Longman Illustrated Dictionary of Astronomy & Astronautics). Trad. Por Julio Herrero de Ch. Editorial Everest. León, 1987..
- ROBERTS, Royston M.** *Serendipia. Descubrimientos accidentales en la ciencia*. (Serendipity. Accidental Discoveries in Science). Trad. por Jesús Unturbe Sanchiz. Alianza Editorial. Madrid, 1992 (e.o. 1988).
- RODRIGUEZ, Victor.** *Crónicas de Astronomía*. Maracaibo-Venezuela: Astro Data, 1994.
- RONAN, Colin A.** *Los amantes de la Astronomía. Guía práctica ilustrada. The Practical Astronomer*. Trad. por Asunción Catalá. Editorial Blume. Barcelona, 1982.
- ROOM, Adrian.** *Dictionary of astronomical names*. Routledge. London, 1988.
- ROSEN, Edward.** *The naming of the Telescope*. Prólogo de Harlow Shapley. Henry Schuman. New York, 1947.
- ROTAETXE AMUSATEGUI, Karmele.** *Sociolingüística*. Madrid: Síntesis (Textos de Apoyo 13), 1988.
- RUIZ DE ELVIRA, Antonio.** *Mitología clásica*. Editorial Gredos. Madrid, 1995, 3ª reimpresión.
- RUSSELL, Bertrand.** *Historia de la Filosofía Occidental*. (History of Western Philosophy). Trad. por Julio Gómez de la Serna y Antonio Dorta. Espasa Calpe (Colección Austral). Madrid, 1995. 6ª edición. (e.o. 1947).
- SABALISCK, Nanci.** *Telemedicina*. Trabajo de investigación de Tercer Ciclo, 1998.
- SAGAN, Carl.** *Contacto*. (Contact). Trad. por Raquel Alborno. Plaza y Janés. Barcelona, 1997, 3ª edición.
- SAGAN, Carl.** *Cosmos*. (Cosmos). Trad. por Miquel Muntaner i Pascual y M. del Mar Moya Tasis. Editorial Planeta. Barcelona, 1987, 3ª edición.
- SAGER, Juan C.** *Curso práctico sobre el procesamiento de la terminología* (A Practical Course in Terminology Processing). Trad. por Laura Chumillas Moya. Fundación Germán Sánchez Ruipérez y Ediciones Pirámide (Biblioteca del Libro 57). Madrid, 1993.
- SAHU, Kailash.** "Microlentes gravitatorias: Sí; MACHOS: No", en *IAC Noticias* N. 3-1994. Págs. 6-7.
- SAINT-EXUPÉRY, Antoine de.** *El Principito*. (Le petit prince). Trad. por Bonifacio Carril. Alianza Editorial. Madrid, 1982, 18ª edición.
- SAMSÓ, Julio.** "La ciencia española en la época de Alfonso el Sabio", en el volumen especial con motivo de la exposición "Alfonso X. Toledo 1984", en el Museo de Santa Cruz, en junio-septiembre, 1984, y editado por la Dirección General de Bellas Artes y Archivos del Ministerio de Cultura.
- SAMSÓ, Julio.** "La pasión astronómica" en el especial sobre el Séptimo centenario de la muerte de Alfonso X el Sabio publicado en *El País*, 4/4/84.
- SAMUELSON, Robert J.** "El efecto 2000, o la falta de prudencia", en *El Mundo*, 21/12/98.
- SÁNCHEZ ALMEIDA, Jorge, LANDI DEGL'INNOCENTI, Egidio, MARTÍNEZ PILLET, Valentín, y LITES, Bruce W.** "¿Es la fotosfera solar siempre una MISMA?", en *IAC Noticias*, N.1-1996. Págs. 6 y 7.
- SÁNCHEZ MARTÍNEZ, Francisco.** "Astrofísica, investigación y enseñanza", conferencia pronunciada en el curso "La docencia de la Astronomía en Enseñanzas Medias: un curso de apoyo al profesorado", organizado por el IAC y la Sede de la UIMP en Tenerife, del 3 al 7 de marzo de 1997, en Santa Cruz de Tenerife.
- SÁNCHEZ MARTÍNEZ, Francisco.** "La Astronomía, experiencia en marcha de un turismo cultural en Canarias", texto preparado con motivo de un congreso de tour-operadores celebrado en Tenerife en 1997.

- SÁNCHEZ RON, José M. "Ciencia, Tecnología y Literatura", en *El País*, 26/9/98.
- SÁNCHEZ RON, José M. *La ciencia, su estructura y su futuro*. Debate (Dominós). Madrid, octubre de 1995, 1ª edición.
- SÁNCHEZ, Francisco. "Astrofísica en España", en *Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics*. IOP Publishing and Macmillan Publishers Ltd. (En preparación).
- SÁNCHEZ-BRAVO CENJOR, A. *Periodistas. Mensajeros, escribas y retóricos*. Ediciones Pirámide (Colección Medios). Madrid, 1979.
- SÁNCHEZ-BRAVO, Antonio. *Tratado de Estructura de la Información*. Editorial Latina Universitaria. Madrid, noviembre de 1981.
- SAWYER HOGG, Helen. "Catalogues of Nebulous Objects in the 18th Century" en *Out of old books*. David Dunlap Observatory, 1974. Vol. 40, 1946-Vol. 60, 1966. Págs. 265-273. Serie de artículos sobre astronomía histórica que aparecieron en *The Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*.
- SAWYER HOGG, Helen. "Von Humboldt's account of the Magellanic Clouds" en *Out of old books*. David Dunlap Observatory, 1974. Vol. 40, 1946-Vol. 60, 1966. Págs. 357-359. Serie de artículos sobre astronomía histórica que aparecieron en *The Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*.
- SCHMADEL, Lutz D. *Dictionary of Minor Planet Names*. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, 1992.
- SEELIG, Carl. *Albert Einstein*. Espasa Calpe. Madrid, 1968.
- SEMIR, Vladimir de. "¿Moda o necesidad? La información científica a debate", en *Política Científica*, N. 14, octubre de 1988. Págs 63-66.
- SEMIR, Vladimir. "Dos minutos para un Nobel" (editorial), en *Quark*, enero-marzo, 1998. N. 10.
- SHAROV, Alexander S., y NOVIKOV, Igor D. *Edwin Hubble, the Discoverer of the Big Bang Universe*. Traslated by Vitaly Kisin. Cambridge University Press. Cambridge, 1993.
- SIERRA BRAVO, Restituto. *Tesis doctorales y trabajos de investigación científica*. Editorial Paraninfo. Madrid, 1988, 2ª edición revisada y ampliada.
- SIMONNEAU, Eduardo. "De la astronomía al escáner", en *IAC Noticias*, N. 2-1997. Págs. 13-15.
- SMITH, F.G. "New York Conference on Pulsars", en *Nature*, Vol. 218, 25 de mayo de 1968.
- SMOOT, George, y DAVIDSON, Keay. *Arrugas en el tiempo* (Wrinkles in Time). Trad. por Néstor Míguez y J.A. González Cofreces. Plaza y Janés Editores (Colección Tribuna). Barcelona, septiembre de 1994 (e.o. 1993).
- SNOW, Charles P. *The Two Cultures*. Cambridge University Press. Cambridge, 1959.
- STASINSKA, Grazyna. "Las nebulosas planetarias", en *Mundo Científico*. N. 52, noviembre de 1985. Págs. 1106-1113.
- STEPHENSON, F.R., y CLARK, D.H. *Applications of Early Astronomical Records*. Hileger. Bristol, 1978.
- STERN, Alan. "Obituary. Clyde Tombaugh (1906-97)", en *Nature*, 27/2/97.
- STEVENSON, D.J. "Brown and Black Dwarfs: their Structure, Evolution and Contribution to the Missing Mass" en *Proc. Astron. Soc. Australia*, 3. 227-229, 1978.
- STOTT, Carole, y TWIST, Clint. *Miniguía El Espacio*. Editorial Molino. Barcelona, octubre de 1995.
- Suplementos de "ABC de la Ciencia" del diario Abc (1996-1997)*
- Suplementos de "Futuro" del diario El País (1996-1997)*
- SUTTON, Christine. *Spaceship neutrino*. Cambridge University Press. Cambridge, 1992
- TARTER, JILL C. "An historical perspective: brown is not a color", en KAFATOS, Minas C., HARRINGTON, Robert S., y MARAN, Stephen P. (editores). *Astrophysics of Brown Dwarfs*. Comunicaciones presentadas en el *Workshop* del mismo título celebrado en la Universidad George Mason de Fairfax (Virginia, EEUU), del 14 al 15 de 1985. Cambridge University Press. Cambridge, 1986.
- TATON, René. "Las biografías científicas y su importancia en la historia de las ciencias", en la obra colectiva *Historias de las Ciencias*. Coordinadores: Antonio Lafuente y Juan J. Saldaña. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Colección Nuevas Tendencias). Madrid, 1987. Vol. 5, 1987. Pág 75.
- The Decade of Discovery in Astronomy and Astrophysics*. Editado por el National Research Council. National Academy Press. Washington, D.C., 1991.
- The New Encyclopaedia Britannica*. Universidad de Chicago, 1993, 15ª edición.
- The Oxford English Dictionary*. Oxford Carendon Press. Oxford, 1989, 2ª edición.
- The Practical Astronomer*. Traducido por M. Asunción Catalá.
- THORNE, Kip S. *Agujeros negros y tiempo curvo. El escandaloso legado de Einstein*. (Black Holes and Time Warps. Einstein's Outrageous Legacy). Trad. por Javier García Sanz. Presentación por Stephen Hawking. Crítica (Drakontos). Barcelona, 1995 (e.o. 1994).
- TOFFLER, Alvin. *El "shock" del futuro*. (Future Shock). Trad. por J. Ferrer Aleu. Plaza y Janés. Barcelona, septiembre de 1990, 1ª edición. (e.o. 1970).
- TOFFLER, Alvin. *La tercera ola*. (The Third Wave). Trad. por Adolfo Martín. Plaza y Janés. Barcelona, junio de 1991, 6ª edición (e.o. 1980).
- TOOMER, G.J. *Ptolomy's Almagest*. Duckworth Classical, Medieval and Renaissance editions. London, 1984.
- Trans. IAU*. Vol. 1. Pág. 158, 1922.
- TREFIL, James. *La cara oculta del universo. Un científico explora los misterios del cosmos*. (The dark side of the Universe). Trad. por Mora Charles. Planeta (Colección Documento). Barcelona, 1990 (e.o. 1988).
- VÁZQUEZ ABELEDO, Manuel. *La historia del Sol y el cambio climático*. Serie McGraw-Hill de Divulgación Científica. Madrid, 1998.
- VERDÚ, Vicente. "El habla única", en *El País*, 12/9/97.
- VERDÚ, Vicente. "La etiqueta genuinamente americana", en *El País*, 19/10/95.
- VERNE, Julio. "De la Tierra a la Luna", en *Obras*. Plaza y Janés Editores. Barcelona, septiembre de 1984, 7ª edición.
- VERNE, Julio. "Viaje alrededor de la Luna", en *Obras*. Plaza y Janés. Barcelona, septiembre de 1984, 7ª edición.
- VICENT, Manuel. "Asteroide", en *El País*, 29/3/98
- VILLAVER, Eva. "La Nebulosa del Antifaz", en *IAC Noticias*, N. 1-1997. Págs. 8-9.
- Vocabulario científico y técnico*, de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Espasa Calpe. Madrid, 1996, 3ª edición.

- WEBER, Robert L.** *Pioneers of Science. Nobel Prize Winners in Physics.* Editado por J.M.A. Lenihan. The Institute of Physics. Bristol y Londres, 1980.
- WEID, Jean-Noël von der.** *Diccionario de términos científicos.* (Dictionnaire des termes scientifiques). Trad. por José Manuel Revuelta. Madrid: Acento, 1993 (e.o. 1991).
- WEID, Jean-Noël von der.** *La Astronomía.* (L'Astronomie). Trad. por Mario Merlino. Acento. Madrid, 1993 (e.o. 1991).
- WEISBERG, Joel M., TAYLOR, Joseph H., y FOWLER, Lee A.** "Ondas gravitatorias procedentes de un pulsar orbital", en *Investigación y Ciencia*. N. 63, diciembre de 1981. Págs. 18-27.
- WHEELER, John Archibald.** *Un viaje por la gravedad y el espacio-tiempo.* (A Journey into Gravity and Spacetime). Alianza Editorial. Madrid, 1994 (e.o. 1990).
- WILLEMS, Jaap.** "The risks of popularizing science and technology", en *Iota*. Summer 1994, boletín editado por la Foundation for Public Information on Science, Technology and the Humanities (Stichting PWT). Utrecht, The Netherlands.
- YEOMANS, Donald K.** *Comets. A Chronological History of Observation, Science, Myth, and Folklore.* Wiley Science Editions. New York, 1991.
- ZAPATERO OSORIO, M.R., REBOLO, R., MARTÍN, E.L., HODGKIN, S.T., COSSBURN, M.R., MAGAZZÙ, A., STEELE, I.A., y JAMESON, R.F.** "Brown dwarfs in the Pleiades cluster. III. A deep IZ survey", en *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.* Vol. 134. Págs. 537-543, 1 de febrero de 1999.

**RELACIÓN DE PERIÓDICOS Y REVISTAS CONSULTADOS
(Orden alfabético)**

Abc (Madrid)
Alerta (Santander)
Baleares
Canarias 7 (Las Palmas)
Cosmos
Diálogo Iberoamericano
Diario 16
Diario de Avisos (Santa Cruz de Tenerife)
Diario de Burgos
Diario de Castellón
Diario de las Palmas
Diario de León
Diario de Navarra (Pamplona)
Diario del Altoaragón
Educación Canaria
El Correo Español (Bilbao)
El Correo Gallego (Santiago de Compostela)
El Día (Santa Cruz de Tenerife)
El Día de Toledo
El Diario Montañés (Santander)
El Diario Vasco
El Heraldo de Aragón
El Ideal Gallego
El Mundo
El País (Barcelona)
El País (Madrid)
El Periódico (Barcelona)
Extremadura
Forum Calidad
Ideal (Granada)
Investigación y Ciencia
Jaén
Jornada Deportiva
La Crónica
La Gaceta de Canarias
La Provincia (Las Palmas)
La Tribuna de Albacete
La Vanguardia
La Verdad (Alicante)
La Verdad (Murcia)
La Voz de Asturias
La Voz de Avilés
La Voz de Galicia (La Coruña)
Lanza (Ciudad Real)
Mediterráneo
Mundo Científico
Muy Interesante
Nature
New York Times
Newton
Punt Diari
Science
Scientific American
Sky and Telescope
The Astrophysical Journal
The Daily Telegraph
Tribuna de Astronomía
Universo

DIRECCIONES DE INTERNET CONSULTADAS:

Páginas del Instituto de Astrofísica de Canarias:

<http://www.iac.es/>

<http://www.iac.es/gabinete/iacnoticias/digital.htm>

<http://www.iac.es/gabinete/hist/six.html>

http://www.iac.es/galeria/mark/Pluto_new.html

<http://www.iac.es/NEOS.html>

Páginas de la Unión Astronómica Internacional:

<http://www.iau.org/>

<http://www.iau.org/const.html>

Páginas del Centre de Données Astronomiques de Strasbourg (CDS):

<http://cdsweb.u-strasbg.fr/CDS.html>

<http://cdsweb.u-strasbg.fr/cats/U.htm>

<http://www.iau.org/starnames.html>

Página de la Sociedad Española de Astronomía (SEA):

<http://sea.am.ub.es/AstroES/ListaCen.html>

Página de *Periodismo Científico*

http://www.cuerpo8.es/PERIODISMO_CIENTIFICO/PeCiportada.html

Páginas de *Quark, Ciencia, Medicina, Comunicación y Cultura*:

<http://www.imim.es/quark/qk0301.htm>

<http://www.imim.es/quark/num10/articulos.htm>

Página del Observatorio de Comunicación Científica de la Universidad Pompeu Fabra

<http://newton.upf.es/upf/occ/cast/index1.htm>

Otras direcciones:

http://mordor.seci.uchile.cl/facultades/csociales/talon/talon_2/cuasar1.htm

<http://www.el-mundo.es/1998/12/21/economia/21N0127.html>

<http://www.freedomforum.org/newsstand/reports/Wapart/WA-FORE.ASP>

<http://planetary.org/news/hot-topics-name-eros.html>

<http://www.physci.psu.edu/~mamajek/exo/nomenclature.html>



Nebulosa del Antifaz.

Al estudiar el objeto catalogado como *MRS L2525*, se descubrió que es una nebulosa planetaria bipolar, a la que se ha bautizado como *Nebulosa del Antifaz*. Analizando con detalle sus propiedades se ve que no sólo es una de las más ricas en nitrógeno y helio de nuestra galaxia, sino que además, con un tamaño de 2,5 parsecs, es una de las mayores conocidas hasta la fecha.

Imagen obtenida con el telescopio NTT, de ESO, en La Silla (Chile)

© Romano Corradi et al. (IAC).

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, mi agradecimiento al **Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)**, por ser el excepcional centro donde trabajo. A su Director, **Francisco Sánchez**, por proponerme hacer esta investigación y dirigírmela, conjuntamente con el Prof. **Alfonso Nieto**, de la Universidad de Navarra, quien me ayudó a diseñar el primer esquema de esta tesis, antes de reorientar su enfoque. Y a todo el **personal del IAC**, amigos y compañeros, que me animaron y ayudaron desinteresadamente.

Un agradecimiento muy sincero a **Juan Antonio Belmonte**, por supervisar a conciencia todo este trabajo y levantarme la moral en los peores momentos. Por la misma razón, a **Terry Mahoney**, quien me hizo no pocas correcciones y a **Mark Kidger**, **Evencio Mediavilla**, **Jorge Casares** y **María Rosa Zapatero Osorio**, quienes revisaron algunos capítulos, además de proporcionarme valiosa información. También estoy en deuda con **José Manuel Vilchez**, **Ángel Gómez**, **Jesús Rodríguez Ulloa**, **Ignacio García de la Rosa**, **Miquel Serra-Ricart**, **Eduardo Martín**, **Luis Cuesta**, **César Esteban**, **Arturo Manchado**, **Antonio Mampaso**, **Antonio Aparicio**, **Romano Corradi**, **José Miguel Rodríguez Espinosa**, **Manuel Vázquez**, **José Antonio Bonet**, **Inés Rodríguez Hidalgo**, **Toñi Varela**, **Casiana Muñoz**, **Jesús Jiménez Fuensalida**, **Pere Lluís Pallé**, **Fernando Moreno Insertis**, **Artemio Herrero**, **Ismael Pérez Fournon**, **Carlos Martínez Roger**, **Antonio Jiménez**, **Ricardo Génova**, **Lucio Crivellari**, **Eduardo Simonneau**, **Nanci Sabalisck**, **Gabriel Gómez**, **John Beckman**, **Jesús Buitrago**, **Alex Oscoz**, **Clemente Moreno**, **José Antonio de Diego**, **Ricard Casas**, **Pedro Álvarez**, **Rafael Arnay**, **Jesús Burgos**, **Juan Calvo**, **José Luis Rasilla**, **Roberto López**, ... y **Teo Roca**, quien no dejó de apremiarme para que terminara la tesis.

Nunca estaré lo suficientemente agradecida al **Grupo del Fondo Cósmico**, a **Rod Davies**, **Carlos Gutiérrez**, **Bob Watson**, **Roger Hoyland** y, en especial, a **Rafael Rebolo**, quien sé que hizo más que nadie por que triunfaran mis *cosmosomas* y estuvo siempre dispuesto a resolver mis dudas y problemas, además de corregir varios capítulos. Por supuesto, al **CLUB DUMAS**, cuyos miembros firmaron *El Manifiesto*, y a **Arturo Pérez Reverte**, por dejarme, sin saberlo, "utilizar" el título de su novela. También eterno mi reconocimiento a **Julio Cortázar** y a su *Prosa del Observatorio*, que el

periodista y escritor **Pedro Sorela** me obligó a leer cuando yo estudiaba 3º de Periodismo.

A **Begoña López Betancor**, por ser mi compañera en esta aventura y ayudarme en tantas y tantas traducciones y transcripciones, además de correcciones de estilo. A mi gran amiga **Carmen García de Sola**, quien también me ayudó en la redacción y en la impresión, y a mi colega y asesora **Mónica Salomone**, con quien sostuve largas conversaciones hasta la madrugada sobre los problemas de este trabajo, que no fueron pocos. También por su ánimo y sus correcciones a **Itziar Anguita**, quien se tomó muy en serio lo de las anguilas y me ayudó con la web, y a mis otras buenas amigas **Mercedes Prieto, Nieves González, Heidi Moreno, María y Lai**, por contagiarse de mis preocupaciones doctorales.

Por su solidaridad y ayuda: a **Ana Quevedo**, quien me echó una mano con las gráficas, junto con **Paco Garzón, Natalia Tabares y Ricardo Porras**. Gracias a **Campbell Warden, Tania Karthaus, Candi Pérez, Monica Murphy, Eva Untiedt, Esther del Rosario, Judith de Araoz** y a mis dos jefes en este período, **Alfonso Ruigómez y Luis Martínez**. También a **Javier Cosme (y Gele)**, a **Laia y Fina** y al **personal del Museo de la Ciencia y el Cosmos**, entre ellos a **María José Alemán, Miriam Cruz y Pepe Navarro**, además de a su Director, **Juan Antonio Belmonte**, ya citado. Tampoco me quiero olvidar de **Sergio, Ramón, Cándido y Martín**, de Mantenimiento, y del personal de **Seguridad**, que tantos favores me han hecho.

A todos los que casi sin pedírselo me proporcionaron el material fotográfico para hacer este trabajo más atractivo. A **Gotzon Cañada, Gabriel Pérez, Miguel Briganti y Ramón Castro**, por ayudarme en el diseño, la ilustración y la encuadernación, así como a **Gregorio Melián**, por ofrecerme apoyo técnico para la exposición, y a mis infalibles amigos de **Producciones Gráficas**. Al **personal del Centro de Cálculo del IAC**, que me resolvieron no pocos problemas informáticos, y al de **Administración**, que siempre me animaron a pesar de que en varias ocasiones colapsé su impresora. También mi agradecimiento a las Áreas de **Investigación e Instrumentación** y sus respectivas Secretarías.

Mi profundo agradecimiento a todas las personalidades que fueron entrevistadas y utilizadas, sabiéndolo o no, para este trabajo; a quienes contestaron mis cuestionarios, tanto científicos como periodistas, cuyos nombres figuran en los anexos

dedicados a estas encuestas; y a todos aquellos que me ofrecieron su ayuda, aunque al final no tuviera tiempo de hacer uso de ella.

A los profesores del Curso de Sevilla, sobre todo a **David Malin, John Barrow, Miquel Barceló** y **Jesús Mosterín**. Especiales *thanks* a **Alicia Rivera**, que se entusiasmó y me proporcionó no pocas referencias. A los profesores de la VI Escuela de Invierno, entre ellos a **Douglas Gough** y a **Tim Brown**, quien me mandó aquello del *Boojum*. A **Eric Stengler**, por ayudarme desde Inglaterra a localizar aquel libro de Cambridge. A **Allan Sandage**, por su ánimo en la reunión "Key Problems in Astronomy". A **Hubert Reeves**, por referirse a los *cosmosomas* en aquel foro de astrónomos ilustres. A **Paul Murdin, Martin Rees, Malcolm Longair, Igor Novikov ...** y al Premio Nobel **Antony Hewish**, que tan amable fue conmigo. Lo mismo a **Paris Pismis** (aunque ya no podrá ver mi tesis acabada), **Manuel Peimbert** y **Guido Münch**. Y, en especial, a **Eduardo Battaner**, por su asesoramiento y por mostrarse tan interesado.

Al personal de la Biblioteca del IAC -**Monique, Lourdes, Antonio e Inés**-, a quienes tanta "lata" he dado, y al de las *Libraries* del Real Observatorio de Edimburgo y del *Royal Greenwich Observatory*. Especialmente a **Carmen Julia, Betty** y **Loli**, de la Biblioteca de la Facultad de Ciencias de la Información de la Universidad de La Laguna. También de esta Facultad, a mis colegas **Sonia** y **Abraham**. Y por informarme y gestionarme tanto papeleo, al personal de la Secretaría de este Departamento, sobre todo a **Mercedes**, a la Secretaría de Enseñanza del IAC -**Lourdes** y **Nieves**- y a **Mary**, del Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna.

Por supuesto, a mi Tutor de tesis, **Ricardo Acirón**, y a los profesores del Departamento de Ciencias de la Información **Javier Galán, Adrián Alemán, Gabriel Galdón, Norberto González Gaitano, Margarita Antón, Carmen Rodríguez Wangüemert** y **Fernando Iturrate**, por animarme a que de una vez por todas acabara la tesis. A **Javier Fernández del Moral**, por embarcarme en el Periodismo Científico, y a **Manuel Calvo Hernando**, a **Manuel Toharia** y a **Pierre Fayard**, por abrirme el camino. También a los periodistas responsables de los suplementos de *El País* y de *Abc*, y en concreto a **Malén Ruiz de Elvira**, por proponerme venir a Canarias, y a **Alberto Aguirre de Cárcer**, quien me proporcionó información muy útil para esta tesis.

Al personal de la revista **Tribuna de Astronomía** y de **Universo**, a quienes en su día prometí que lo haría. A **Rubén Darío**, de la *Agencia Efe*, por ser el primero en escribir sobre los *cosmosomas* y por su permanente interés y buen hacer periodístico.

Asimismo, mi recuerdo agradecido a mis colegas **Carlos Miraz** (y "sus muchachos" de la Universidad de Córdoba), **Antonio Marín**, **Candi González**, **Pilar Cuena**, **Esther Crespo**, **Guadalupe Ruiz**, **Antonio Somoza**, **Joaquín Molina**, **Biel Mesquida**, **Pastor Lorenzo**, **Alfons Cervera** y demás miembros de la Asociación de Gabinetes de Prensa de Universidades y Centros de Investigación (AUGAC), entre ellos también al **Gabinete de Prensa de la Universidad Internacional Menéndez Pelayo**.

Una mención destacada debo hacer a **Pilar de Vega**, no sólo por su ayuda profesional como lexicógrafa, sino también por su entusiasmo y por aquella cariñosa carta que me escribió para vencer mi desánimo final. Mi agradecimiento a **Begoña de Luis**, también por su ayuda, sus referencias literarias y por ponerme en contacto con Pilar.

A mi amigo y colega **Juan Jesús González Manrique**, quien supo de los pormenores de esta tesis en una cafetería de fin de siglo. Su entusiasmo me dio confianza y me animó a concluirla. A **Narciso Hernández** y a **Kiko**, por acabar la tesis antes que yo. A mis amigos ingleses **Peter** y **Gwenda**. A mis compañeros de baile y a los demás amigos, isleños y de allende los mares -entre ellos **Cristina**, **Maribel**, **Cruces**, **Violeta** y **Carras-**, que han soportado mis ausencias y mis desatenciones.

Una mención muy especial quiero hacer a mi padre, **César del Puerto Valentín**, quien me ha ayudado más que nadie en esta investigación, dedicando horas y paciencia al trabajo de campo (seguimiento de prensa, cómputo de noticias...).

A mi **madre**, **hermanos**, **cuñados**, **sobrinos**, **suegros** y **demás familia**. También a **Carmen** y a **Araceli**, que en este período pusieron orden entre mis papeles.

Por último, de nuevo a **Ricardo** y, sobre todo, a nuestras dos hijas nacidas en estos años, **Laura** y **Maryola**, a quienes quizá robé parte de mi cariño trabajando en una tesis que parecía interminable.