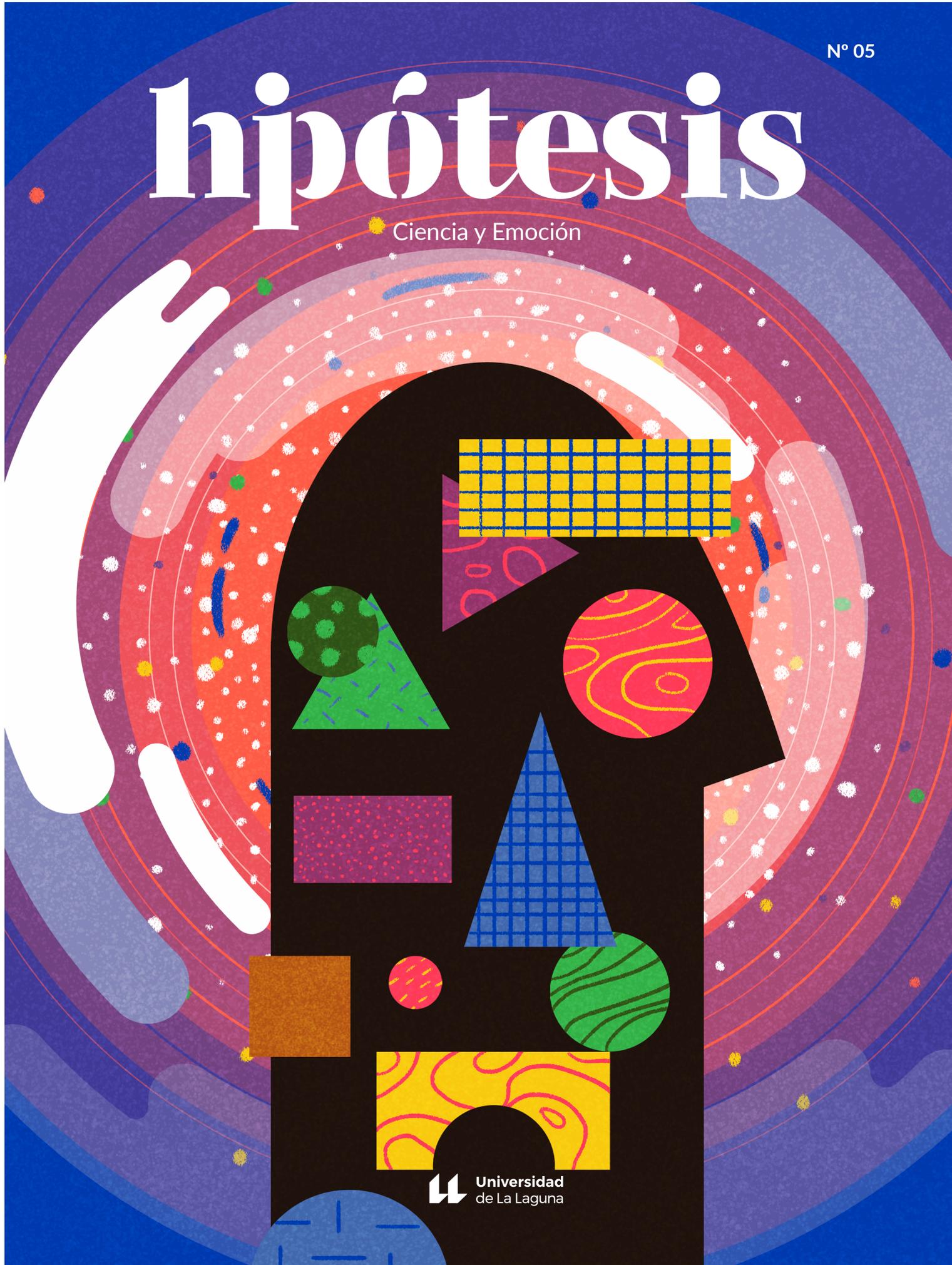


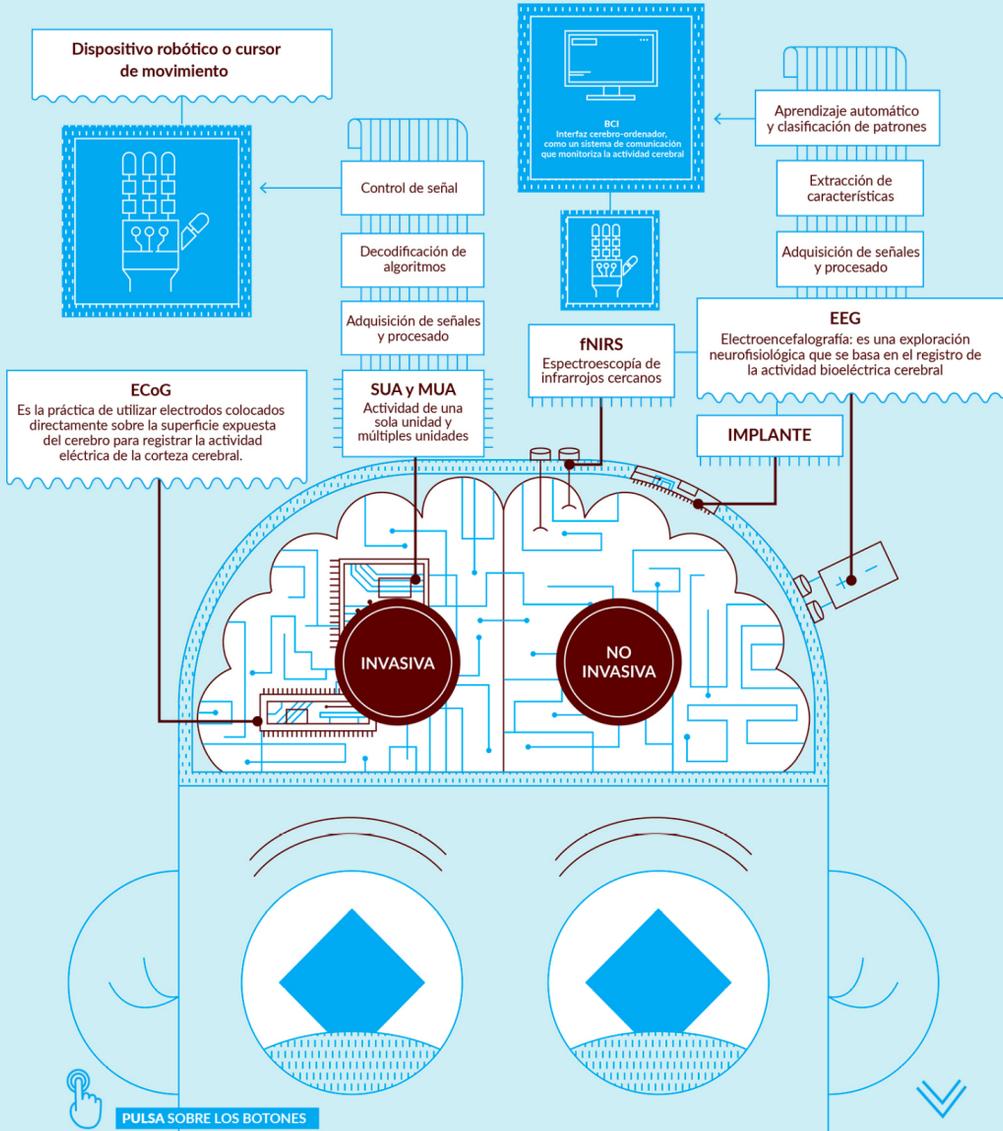
hipótesis

Ciencia y Emoción



MENTE Y MÁQUINA

¿PUEDEN UNIRSE FÍSICAMENTE?



AUTOR JOSÉ LUIS GONZÁLEZ-MORA
ILUSTRACIÓN CARLA GARRIDO PUERTA

Departamento de Ciencias Médicas Básicas
Universidad de La Laguna

El titular de hace uno días de la BBC News "El innovador exoesqueleto que ayudó a un hombre paralítico a mover sus cuatro extremidades con estímulos mentales", hizo exclamar a muchas personas ¿cómo es esto posible? o plantearse si no se trataba de una exageración. Por eso he pensado que podría ser interesante explicar cómo funciona un sistema BCI, del término anglosajón "Brain Computer Interface", lo que en español se traduce como "interfaz cerebro-computadora"

Una interfaz cerebro-computadora, también llamada "Interfaz de Control Neural", "Interfaz Mente-Máquina", "Interfaz Neural Directa" o "interfaz cerebro-máquina" es una vía de comunicación directa entre un cerebro y un dispositivo externo. Los sistemas BCI se emplean sobre todo para investigar, mapear, aumentar o reparar las funciones cognitivas o sensoriales motoras humanas. La investigación sobre BCI comenzó en la década de los 70 del siglo pasado en la Universidad de California en Los Ángeles, financiada por la National Science Foundation y sus resultados, publicados en este periodo, marcan la primera aparición de la expresión interfaz cerebro-computadora en la literatura científica.

Debido a la plasticidad cortical del cerebro, las señales procedentes de las prótesis implantadas (neuroprótesis) pueden, después de un periodo de adaptación, ser utilizadas como sensores naturales o canales de comunicación para controlar o manejar dispositivos externos. Los primeros dispositivos neuroprotésicos implantados en humanos aparecieron a mediados de la década de 1990. No obstante, la implantación de neuroprótesis corticales, es decir las implantadas en la corteza cerebral, aun aquellas realizadas con materiales bio-compatibles, tienen el inconveniente de generar el rechazo del tejido cerebral a ese cuerpo extraño; rechazo que destruye parcial o totalmente la neuroprótesis y daña el tejido cerebral. Las investigaciones realizadas por nuestro grupo de investigación de la Universidad de La Laguna desde los años 90 con electrodos de carbono y platino no dieron, en parte por estas razones, resultados satisfactorios. La utilización de dispositivos sensores no invasivos, colocados en el cuero cabelludo, ha sido una solución alternativa que se sigue usando en la actualidad.

Los enfoques invasivos como el BCI incluyen la medición de potenciales de campo locales, la actividad de una sola unidad, la actividad de múltiples unidades y la electrocorticografía. Los enfoques no invasivos de BCI más empleados son la electroencefalografía, la resonancia magnética funcional y la espectroscopía de infrarrojo cercano. Estos dos últimos no miden la actividad neuronal directamente, sino que miden un fenómeno asociado a la actividad neuronal durante el acoplamiento neurovascular, como veremos enseguida. De las señales cerebrales que se obtienen se extraen las características relevantes para el objetivo del BCI (por ejemplo, la comunicación) y se clasifican usando un algoritmo de traducción, que permite construir una señal que controla el dispositivo electrónico externo, ya sea un brazo robótico, una silla de ruedas o un el cursor de un ordenador. A la vista de esto los BCI pueden ser de asistencia, para ayudar a los pacientes con comunicación o movimiento, o de rehabilitación para ayudar a recuperar la función neuronal.

Antes hicimos alusión al acoplamiento neurovascular; con este término nos referimos al mecanismo por el cual se relaciona la actividad neuronal con el flujo de sangre y por lo tanto con la actividad metabólica en el cerebro. La medida del acoplamiento neurovascular, que se hace midiendo el flujo sanguíneo de la región del cerebro afectada, nos suministra información sobre la dinámica funcional del cerebro e, indirectamente, de la actividad neuronal. Esta relación se utiliza en neurociencia para medir la actividad funcional del sistema nervioso, a través de distintas técnicas: imagen por resonancia magnética, la espectroscopía en el infrarrojo cercano o a través de los cambios de la oxihemoglobina y la deoxihemoglobina. La espectroscopía funcional de infrarrojo cercano (fNIRS) es una técnica portátil y de bajo costo, adecuada para la medición del flujo sanguíneo local. Utiliza diodos láser o LEDs para irradiar una región de la piel del cráneo con luz en el rango del infrarrojo cercano, donde los tejidos biológicos son transparentes (700-900 nm), capaces de atravesar el cuero cabelludo, cráneo y meninges y llegar al tejido cerebral. La radiación que no es absorbida por diversos elementos de los tejidos internos (como la hemoglobina) retorna a la superficie donde son registrados. Puesto que la hemoglobina oxigenada y desoxigenada tiene propiedades ópticas diferentes en el rango de luz visible e infrarroja cercana, los cambios de la concentración de estas moléculas nos proporcionan información sobre los procesos de acoplamiento neu-

rovascular y en última instancia de la función neuronal. Las principales limitaciones de esta técnica para medir respuestas hemodinámicas radican en la baja resolución espacial, debida al hecho de que la radiación tiene que atravesar el cuero cabelludo y el cráneo de veces. En nuestro grupo intentamos resolver estos problemas mediante la implantación, fuera de la envoltura del cerebro (meninges), de un dispositivo electrónico miniaturizado, lo que se conoce como implantación epidural. Esto nos permite crear una ventana directa al cerebro y obtener datos de su funcionamiento las 24 horas del día. Esta es la prueba de concepto que pretendemos probar en animales de experimentación, antes de intentar utilizarla en personas con graves patologías nerviosas. supone la posibilidad de obtener información más detallada sobre los tejidos subyacentes que sin duda contribuirán a aumentar nuestros conocimientos sobre la función cerebral y sus patologías asociadas. Por último, otro aspectos en el que se avanza es en la capacidad de detección de moléculas que permita salvar las diferencias entre los modelos animales y humanos.

En resumen, la IRM ha producido valiosas contribuciones tanto desde el punto de vista clínico como en el de la investigación biomédica. Se trata, en fin, de una tecnología con gran proyección de futuro que aportará nuevos y emocionantes conocimientos sobre el funcionamiento del cerebro, tanto en la salud como en la enfermedad. ■



¿Qué es la reprogramación del metabolismo?

AUTOR MIGUEL ÁNGEL MEDINA TORRES
ILUSTRACIÓN VERÓNICA MORALES

Departamento de Biología Molecular y Bioquímica
Universidad de Málaga



El metabolismo, venerable tronco central de la bioquímica clásica, había vivido, antes del momento en que comencé mi formación científica en los años ochenta, momentos mejores. De hecho, los años veinte del pasado siglo marcaron una primera "edad dorada" del metabolismo, gracia a una excepcional generación de bioquímicos (Embden, Meyerhof, Warburg, Krebs, Szent-Györgyi y Lipmann, entre otros) que definió y caracterizó sus vías centrales. En los años cincuenta y sesenta, los estudios sobre bioenergética llevados a cabo por científicos tan relevantes Calvin y Mitchell (premios Nobel), Lehninger, Kennedy o Crane supusieron una segunda "edad dorada". Sin embargo, con el advenimiento de la revolución científico-tecnológica del ADN recombinado a mediados de los setenta se inició la etapa "genocéntrica" de la Biología, que predominó hasta finales del siglo XX. Este casi cuarto de siglo supuso un periodo oscuro para los estudios metabólicos, entonces "desprestigiados" por "anticuados" y por encontrarse fuera de las modas científicas del momento. A pesar de la sorpresa del descubrimiento, a comienzo de los ochenta, de un intermediario metabólico conocido como "fructosa-2,6-bisfosfato", que resultó central en la regulación de alguna de las rutas centrales más importantes como son la glucolisis (responsable de la degradación de la glucosa) y la gluconeogénesis (responsable de su síntesis), el metabolismo se seguía considerando esencialmente conocido. La reducida comunidad científica que por entonces nos dedicábamos al "anticuado" estudio del metabolismo tumoral nos la veíamos y nos la deseábamos para publicar nuestros resultados en revistas y nunca de primerísima fila.

Todo cambió en la segunda mitad de los años noventa, cuando el "redescubrimiento" del efecto Warburg fue determinante para el renovado interés en el metabolismo tumoral, interés que se mantiene hasta hoy. Hablo de forma apropiada de "redescubrimiento", pues el hallazgo original (que había permanecido prácticamente olvidado durante el periodo "genocéntrico") tuvo lugar en el primer tercio del siglo XX. En efecto, hace más de 90 años, Otto Warburg observó que un carcinoma de rata producía grandes cantidades de lactato (producto final de la degradación de la glucosa través de la glucolisis) incluso en presencia de oxígeno. La identificación de esta glucolisis aerobia (a la que posteriormente se conocería como efecto Warburg) como una característica común a múltiples tipos de células tumorales fue el comienzo de nuestro conocimiento actual de las peculiaridades del metabolismo tumoral. En la actualidad, y desde la publicación en 2011 de la versión actualizada de los "hallmarks" del cáncer por Douglas Hanahan y Robert Weiberg, en la que la "deregulación de la energética celular" se presenta como otra señal distintiva del cáncer, está plenamente aceptado que el cáncer se produce una reprogramación general de su metabolismo. En los últimos 20 años, una legión de autores de primera línea ha hecho brillantes carreras científicas utilizando los Principios de Bioquímica de Lehninger como guía en su paulatino "redescubrimiento" de la importancia de la reprogramación del metabolismo de glúcidos, lípidos y compuestos nitrogenados en el cáncer hasta el punto de que sus trabajos encuentran acogida en las más importantes e "impactantes" revistas científicas. Sin negar el mérito de la buena ciencia que todos ellos están realizando, insisto en emplear el término "redescubrimiento", porque buena parte de esos "hallazgos" ya habían sido estudiados, si bien, con técnicas menos sofisticadas que las actuales, décadas antes, tal como, ejemplarmente, ilustra el poco conocido y, sin embargo, imprescindible, libro "Biochemical Aspects of Tumour Growth" (1980), de V.S. Shapov .



Sin embargo, todos estos cambios y adaptaciones metabólicas, que se "venden" como "excepcionales" y como señal de identidad del cáncer no son sino el reflejo del carácter complejo y dinámico de la red metabólica, capaz de adaptarse a los cambios y demandas metabólicas y bioenergéticas de cada situación. En el último tercio del siglo XX el neurobiólogo chileno Humberto Maturana introdujo el concepto de autopoiesis para referirse a las propiedades inherentes de la vida, un concepto que desarrolló lúcidamente en el libro "El árbol del conocimiento" (1990), escrito en colaboración con su discípulo Francisco Varela, prematuramente desaparecido: "los seres vivos se caracterizan porque, literalmente, se producen continuamente a sí mismos, lo que indicamos al llamar a la organización que los define organización autopoietica [...] En primer lugar, los componentes moleculares de una unidad autopoietica celular deberán estar dinámicamente relacionados en una continua red de interacciones". Esa red dinámica es el metabolismo y su capacidad de cambiar adaptándose a los cambios externos e internos es lo que llamamos reprogramación metabólica. Según este enfoque, la reprogramación metabólica del cáncer representa un ejemplo (ciertamente notable) de la flexibilidad y adaptabilidad del metabolismo. Hay que remontarse a más de 40 años atrás para identificar a uno de los primeros trabajos científicos publicados que ya ilustraban este concepto, cuando el grupo dirigido por el profesor Federico Mayor Zaragoza demostró que el organismo anaerobio facultativo *Saccharomyces cerevisiae* (la levadura de panadería) adaptaba su metabolismo en la transición desde condiciones normales de oxígeno (normoxia) a aquellas en las que este está a niveles más bajos (hipoxia). Algo que estaba vinculado a una drástica reducción de la enzima conocida como "2-oxoglutarato deshidrogenasa", lo que conduce a la reorganización de una ruta central del metabolismo, la denominada como ciclo de Krebs. De hecho, no sólo la hipoxia sino también los ritmos circadianos, el ejercicio, la hibernación y prácticamente cualquier otro factor que suponga un cambio en las demandas energéticas y biosintéticas de un organismo son capaces de modular la expresión génica y las características metabólicas de las células. Incluso en un mismo organismo sus distintas partes y órganos responden autónoma pero concertadamente a los cambios de requerimientos bioenergéticos y biosintéticos.

La reprogramación del metabolismo, antes y más que una señal distintiva del cáncer lo es del propio metabolismo, entendido como ese complejo y dinámico conjunto de procesos fisicoquímicos que la célula viva ejecuta para mantenerse fuera del equilibrio termodinámico, que es la muerte.





Neuroeducación ara “Knowmads”, o cómo el conocimiento sobre el cerebro empodera la educación.

AUTORES **DAVID BUENO Y ANNA FORÉS**
ILUSTRACIÓN **JEN DEL POZO**

Facultad de Biología. Universidad de Barcelona. Facultad de Educación, Universidad de Barcelona. Cátedra de Neuroeducación UB-EDU1ST

El lenguaje sirve para describir, interpretar y comunicar la realidad, tanto la externa como la interna, y con independencia de que sea objetiva o subjetiva. Pero al mismo tiempo su uso y sus cambios también modulan la percepción que tenemos de dichas realidades. Un buen ejemplo es la incorporación de neologismos diseñados para definir nuevos conceptos o para ampliar y refinar los ya existentes, pero que a su vez influyen en la percepción que se tiene del entorno. Una de las palabras que se ha incorporado recientemente al vocabulario de educadores, científicos, filósofos, políticos, economistas, tecnólogos, sociólogos y activistas sociales es knowmads. Es un neologismo que juega con los conceptos de “conocimiento” (knowledge en inglés), de “nómada” (nomad) y de “locura” (mad, pero que de forma informal se usa para definir las personas que muestran un gran entusiasmo por algo). Los knowmads, o “nómadas entusiastas del conocimiento”, son personas bien formadas en una materia concreta pero que a la vez son flexibles, curiosas, entusiastas, comunicativas, colaborativas y creativas. Se considera que van a ser las personas mejor adaptadas a una sociedad y a un mercado laboral en evolución puesto que están formadas en la hibridación de saberes, lo que implica una educación que integre y les capacite para integrar las disciplinas científico-tecnológicas y las humanísticas. Estas personas seguro que ya conocen los grandes aportes de la neuroeducación.

Este concepto también es un nuevo neologismo que lejos de ser una moda pasajera ha llegado para quedarse. La neuroeducación se define como la aplicación de los conocimientos en neurociencia, esto es, de la formación, la maduración y el funcionamiento del cerebro, al establecimiento de estrategias educativas (pedagógicas y didácticas) más acordes con el funcionamiento de este órgano. La lógica de esta asociación es evidente: el cerebro es el órgano del pensamiento, a partir de cuya actividad surgen nuestros patrones de conducta, y sirve de base a la adquisición y a la integración de conocimientos y a la creatividad. Los procesos de aprendizaje se nutren precisamente de todo ello; esto es, de conductas proactivas de adquisición del conocimiento y de memorización dinámica que estimule la creatividad y la relación interactiva de saberes.

En este contexto, algunas de las aportaciones básicas más destacadas de la neuroeducación son la importancia crucial de las emociones en los procesos de aprendizaje, y la relación recíproca entre la plasticidad cerebral, lo que se aprende y muy especialmente cómo se aprende. De forma resumida, el cerebro se va construyendo progresivamente, estableciendo nuevas conexiones neurales. Es de estas conexiones neurales de las que surge la vida mental de cada persona. Algunas de estas conexiones se establecen por simple maduración del cerebro, lo que implica que una buena educación es la que se ajusta a los ritmos madurativos propios de este órgano. Acelerar los procesos de aprendizaje puede traer consecuencias negativas precisamente porque no encuentra el sustrato adecuado para arraigar.

Otras muchas, sin embargo, se van estableciendo en interacción con el ambiente en que se vive y se aprende, de forma dinámica, a través de las experiencias y los aprendizajes. De hecho, todo lo que se aprende queda fijado en el cerebro en forma de conexiones neurales. Una educación que se base en la motivación, el entusiasmo y la alegría por los propios procesos de aprendizaje modelará cerebros con más predisposición a continuar aprendiendo, a utilizar de forma global aquello que han aprendido y con más capacidades creativas y de combinación de conocimientos. Esto no significa cerebros con más conocimientos, sino con una mayor capacidad de aplicar los conocimientos que posee a situaciones diversas y novedosas, y de buscar la adquisición de nuevos conocimientos cuando considere que le son precisos, tanto si pertenecen al campo de conocimiento en el que se ha formado esa persona como si son de otro campo. Esto es, personas más flexibles y adaptables a los cambios. Por tanto una educación mucho más ajustada a las demandas de este mundo incierto y complejo.

En cambio, una educación que se base en la imposición y que use el miedo como herramienta (temor al fracaso, por ejemplo), puede llegar a conseguir el efecto contrario, personas tal vez con muchos conocimientos en un campo pero que no se atreven a aplicarlos a otras situaciones (por desconfianza, por ejemplo), o que no deseen de forma voluntaria, por motivación propia, continuar ampliando conocimientos o adentrarse en otros campos del saber (también por temor). Dicho de otro modo, lo que se aprende, y cómo se aprende, modela el cerebro, y este modelaje influye de manera muy importante en la percepción del mundo que tendrá

esa persona y en cómo se relacionará con el entorno. De ahí la gran importancia de educar para conseguir personas flexibles, creativas, abiertas al cambio, adaptables a las circunstancias, y para ello es fundamental hacerlo desde la base de conocimientos que nos ofrecen las neurociencias. Usar los conocimientos en neurociencia para diseñar estrategias pedagógicas que se adapten mejor al funcionamiento y a la maduración de este órgano debería empoderar a todos los profesionales de la educación. No para suplir las pedagogías existentes, sino para perfilarlas, optimizarlas y comprender de la mejor manera posible como influyen en la formación de las personas. No hay que olvidar que no solo los conocimientos que se transmiten, sino también, y de manera muy especial, cómo se transmiten, influye en la construcción de las redes neurales que contribuyen a gestionar la percepción que cada persona tiene de su entorno y su relación con él, a través de la plasticidad neural, para dar respuestas a todas las personas con sus singularidades y sus necesidades. Crear contextos de aprendizaje óptimos y comprender desde la mirada de la evidencia científica la importancia del espacio, de los tiempos y los ritmos, de la cooperación y de las redes en el aprendizaje, de las emociones proactivas, etcétera.

Precisamente, la construcción de “nómadas entusiastas del conocimiento”, los knowmads con que abríamos este artículo, personas flexibles y adaptables capaces de continuar creciendo intelectualmente a medida que lo van necesitando y dispuestas a aplicar sus conocimientos a cualquier campo de forma creativa, pasa por las evidencias que nos está dando la neuroeducación. ■



El periodismo científico busca su hueco en la prensa canaria

AUTORA **VERÓNICA PAVÉS**
ILUSTRACIÓN **CARLA GARRIDO PUERTA**

Canarias es un reservorio de información científica única. Las Islas cuentan con la sede de tres centros de investigación punteros, dos universidades públicas – más que otras comunidades similares – y cuatro hospitales públicos. Todos ellos produciendo a la vez terabytes de información científica. Y, sin embargo, la sociedad desconoce que la investigación en las Islas ha propiciado la prohibición del sonar en el espacio marítimo o que estudia la cura del VIH. Los motivos son diversos y los medios de comunicación, por su constatado papel educativo, es uno de ellos. Esta situación de desinformación se alimenta directamente de la escasa apuesta de los medios de comunicación de las Islas por la ciencia durante décadas.

Tras revisar el espacio medio que tres de los periódicos regionales (El Día, Diario de Avisos y Canarias 7) han proporcionado a este tipo de información en los últimos 12 años (de 2007 a 2018), se comprueba que el porcentaje apenas alcanza el 1%. Una cifra que dista en hasta un punto porcentual de la media que se manejaba en las cabeceras nacionales allá por el año 2012 (2%).

La falta de una línea editorial que apueste por este tipo de informaciones así como de especialización por parte de los profesionales, junto a la necesidad de priorizar otro tipo de noticias y de ahorrar en gastos, ha obligado a la ciencia a subsistir en un tercer plano en la prensa escrita de las islas. Lo que la ha dejado relegada, tanto en cantidad como en calidad, por detrás de las noticias deportivas, políticas y sociales.

Así queda constatado en el estudio titulado “Comunicar ciencia en un medio sin sección específica”, recientemente presentada en el Congreso de Comunicación Social de la Ciencia 2019. En dicho informe, se ha realizado una revisión bibliográfica de más de 35.000 páginas en los tres medios y durante el periodo arriba indicado.

El estudio concluye que en el Archipiélago existe una escasez de periodistas científicos y que los pocos que ejercen su labor en prensa escrita, carecen de un puesto de alta responsabilidad lo suficientemente importante o del apoyo de la dirección para poder impulsar y mantener una sección de ciencia que ofrezca información periódica sobre esta temática.

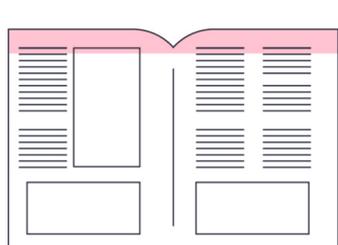
Al cajón de sastre social

La situación de adormecimiento a la que ha estado sometida la información científica en la prensa de las islas, dista mucho del interés real de la ciudadanía ante este tipo de temáticas. Según el último informe de la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (Fecyt), la ciencia interesa al 16,3% de los españoles. Sin embargo, las noticias sobre ciencia y tecnología son las más infrarrepresentadas en los medios de comunicación y no concuerda con el interés que declara la ciudadanía hacia ellos.

El escaso interés de la prensa escrita en esta temática es constatable en la falta de una sección específica de ciencia mantenida en el tiempo. En la mayoría de los casos (el 57%) de la información dedicada a ciencia aparece en las secciones de ‘Sociedad’ de estos periódicos que funcionan como un cajón de sastre donde la ciencia se mezcla indiscriminadamente con noticias de corte social, educativo o sanitario, y se dispone en pequeños espacios dentro de la página (columnas o breves).

Pero la verdadera problemática es el comportamiento errático en la publicación de las noticias sobre investigación, pues en el restante 43% de las ocasiones, la información científica aparece en secciones dedicadas a información local, del Archipiélago en general o en cultura. Esto genera un escenario de inestabilidad de contenidos de cara al lector que, consecuentemente, causa la pérdida de aquellos que estén interesados en la temática porque se encuentran con una nube de información inconexa. La falta de interés también se percibe en los redactores. En Canarias los periodistas especializados en esta temática se pueden contar con los dedos de las manos, lo que queda constatado también en este informe. La mayoría de las informaciones de ciencia (65,3%) no estaban firmadas por

1% DE LAS PÁGINAS DE PERIÓDICOS CANARIOS CONTIENEN CIENCIA



LOS PERIODISTAS CIENTÍFICOS DE LAS ISLAS SE PUEDEN CONTAR CON LOS DEDOS DE LAS MANOS



EL PROBLEMA ES EL COMPORTAMIENTO ERRÁTICO DE LAS PUBLICACIONES DE NOTICIAS SOBRE INVESTIGACIÓN

Se requiere jefes con interés

El único ejemplo que se halló durante la revisión bibliográfica constata el hecho de que solo un trabajador de categoría superior (redactor jefe o subdirector) con interés por la temática tiene capacidad para impulsar la comunicación científica de calidad. Así se pudo comprobar entre 2013 a 2016, cuando Diario de Avisos impulsó una sección de ciencia que aumentó considerablemente la relevancia que se le proporcionó a esta temática.

Durante cuatro años, este medio de comunicación publicó una vez por semana cuatro páginas dedicadas a información científica bajo la marca ‘Principia’. El tiempo en el que esa sección se mantuvo activa coincide con la llegada al periódico de la periodista científica, Verónica Martín Jiménez, que ocupó la subdirección del medio. Tras su salida de la subdirección y del medio la sección acabó por desaparecer.

El ‘caso Principia’ es la excepción que constata la realidad de periodismo científico en la prensa escrita de las Islas: el espacio dedicado a esta información tan solo aumentará cuando confluya un aumento del número de periodistas especializados y una verdadera apuesta de la dirección de medio por este tipo de contenidos. Con esta forma de actuación generalizada, que ha obviado la relevancia de la información científica, la prensa de las Islas no ha sabido dar respuesta al interés real de la ciudadanía en esta temática.

La escasa educación científica de la sociedad ha impedido que se generase una posición crítica ante los recortes presupuestarios y las injusticias sociales que han imperado durante años en el ámbito científico. Se constata así, por ejemplo, en la tímida alusión investigación en los programas políticos o en la propia inversión en I+D+i que se ha venido realizando en Canarias que no alcanza el 0,50% del PIB. ■





La plaga que llegó en una maleta desde Venezuela

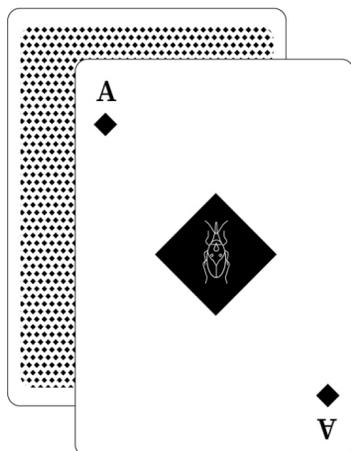
AUTOR **JUANJO MARTÍN**
ILUSTRACIÓN **CARLA GARRIDO PUERTA**

No hace mucho que el área de frutas del supermercado era similar a la zona destinada a las pastas o arroces: ocupaban un espacio discreto en el que junto con a las frutas de siempre encontramos las y verduras de temporada y poco más. Sin embargo ahora las fruterías de las grandes superficies se asemejan más a MercaMadrid que a una sección de un local de barrio. Decenas de metros cuadrados para la muestra y venta de todo tipo de verduras y frutas, ensaladas preparadas, hierbas aromáticas, especias, hortalizas y un larga lista de productos exóticos. Cinco variedades de manzanas, tres tipos de naranjas, dos de kiwis, tres de peras, seis de papas, dos de batatas, cuatro tipos de lechugas y tres de col, cuatro de tomates. Aguacates, pimientos de colores diversos, cebollas, pepinós, zanahorias, piñas, champiñones, algas, setas, coliflor, calabaza, calabacín, etc. Y esto ¡todo el año!

Aunque los supermercados vendan estos productos todo el año, la naturaleza nos provee de ellos por temporadas: en enero naranjas clementinas, limón o habas. En febrero espárragos y acelgas roja, etc. Entonces ¿cómo se abastece el mercado de todo, todo el año? Pues muy sencillo, guardandolas en cámaras frigoríficas para ralentizar su maduración o importandolas de lugares lejanos, en donde las estaciones son otras.

Esta última característica es la que ha cambiado en los últimos años. Decenas de miles de contenedores llegan a nuestros puertos cargados de productos vegetales procedentes de los más lejanos países; imaginen miles de cajas y palés donde, evidentemente, se cuelan polizones indeseados. O algo más cotidiano, miles de pasajeros que llegan cada día al aeropuerto transportando entre sus equipajes frutas, plantas de recuerdo o insectos polizones. Hablamos de las plagas.

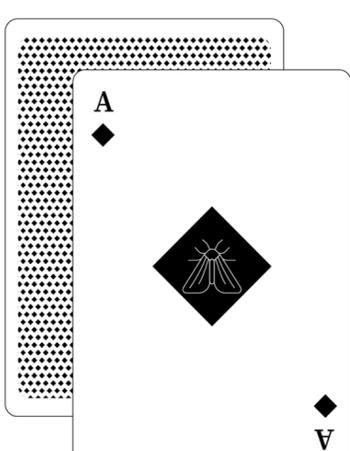
Canarias, con una alta concentración de especies endémicas, es un territorio muy vulnerable a la llegada de especies exóticas potencialmente invasoras. Podemos citar dos casos de invasiones con finales muy distintos.



El Picudo Rojo

Nuestro picudo amigo, *Rhynchophorus ferrugineus*, puso en jaque a las autoridades sanitarias canarias cuando en septiembre de 2005 se notificó la aparición de la primera palmera afectada. Este coleóptero originario del Sureste Asiático, llegó a las islas entre unas palmeras destinadas a la ornamentación de un jardín, pero no tardó en incluir a la Palmera Canaria en su menú. Cuando se veían los síntomas de la infección parasitaria en la palmera ya era demasiado tarde; el picudo ya había penetrado en la planta y su muerte era inminente. Así perecieron miles de palmeras canarias, algunas de ellas emblemáticas y símbolos naturales de muchos pueblos.

¿Qué hacer? Se optó por contar por lo sano, se decidió talar todas las palmeras enfermas e incluso las sospechosas de estarlo. De esta manera tan radical se pudo erradicar el Picudo Rojo de las islas. Ahora las islas son una zona libre de esta plaga.



La Polilla Guatemalteca

De esta historia no esperen un final feliz. Fue en 1999 cuando un agricultor tuvo la maravillosa idea de plantar en su finca del norte de Tenerife medio kilo de unas papas que había traído de Venezuela. Era una variedad de papa que no conocía y rápidamente se le iluminaron los ojos con el negocio que podría hacer. Sin embargo, esas inofensivas papas viajeras traían en su interior a unos insectos que aún hoy en día continúan mermando los cultivos de papas de las islas. Es la Polilla Guatemalteca, *Tecia salanivora*. Estas polillas, de aspecto inofensivo, depositan los huevos en la tierra entre los surcos de los cultivos. De los huevos nacen sus hambrientas larvas que se arrastran hasta las papas para darse un festín, horadando los tubérculos y produciendo galerías en su superficie. Después de un menú de papa, las larvas se hacen adultas y dan paso a las mariposas que vuelven a iniciar el ciclo.

Según el biólogo Raimundo Cabrera Pérez, profesor e investigador del Departamento de Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal de la Universidad de La Laguna, en declaraciones al programa Doble Hélice 3.0 de RNE, el final no está ni mucho menos cerca. "En mi opinión no la podremos erradicar, una vez que se han establecido es prácticamente imposible de exterminar, ni siquiera si dejáramos de plantar papas durante cinco años, ya que siempre quedarán reservorios". Raimundo es tajante: "no se deben transportar plantas ni animales sin control; estas plagas pueden llegar en forma de virus, bacterias u hongos. De esa manera estamos introduciendo organismos que muy peligrosos en un entorno delicado con consecuencias devastadoras".

Y ahora, por la a priori, inofensiva idea de traer unas papas en la maleta desde América, las islas están en cuarentena sanitaria, nuestras papas no se pueden exportar y convivimos con polilla nefasta de la que seguramente nunca nos podremos librar. ■

A la orilla de un mar de metano

AUTORA **DANIEL PRIETO**

*Estudiante del Grado en Física
Universidad de La Laguna*

“Bajo su gruesa atmósfera se esconden grandes acumulaciones de metano y etano en estado líquido, formando ríos, mares y lagos que ocupan grandes extensiones de ese mundo.”

Un lugar frío, inhóspito, donde el cielo está cubierto por una espesa neblina. A nuestros pies, un mar de hidrocarburos. Estamos en Titán, la mayor luna de Saturno y la segunda del Sistema Solar. Un satélite más grande que Mercurio y el único con una atmósfera relativamente importante. Se trata de un mundo de roca y hielo que acompaña al señor de los anillos en su viaje alrededor del Sol, un mundo que guarda multitud de secretos, de los cuales algunos desvelaremos a continuación.

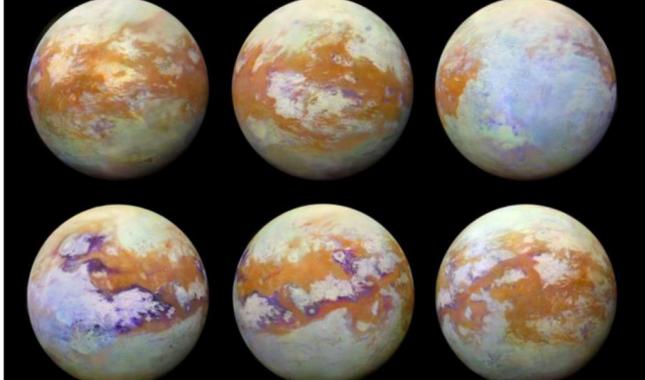
De Saturno se conocen, a día de hoy, 82 lunas, 20 de las cuales se acaban de descubrir. Estos satélites pueden ser esféricos e irregulares. La mayoría de los irregulares son asteroides que se acercaron demasiado al planeta y acabaron capturados por este, pasando a formar parte de su sistema. Es el caso de Febe, un centauro (cuerpo rocoso-helado que orbita en el exterior del Sistema Solar) que, en su camino al Sol, acabó como luna de Saturno. Por otro lado, los satélites esféricos tienen masa suficiente para alcanzar el equilibrio hidrostático, es decir, para adoptar la forma redondeada tan característica de planetas y lunas. Algunos ejemplos son Encélado, Mimas, Rea, Dione o Titán. Casi todos los cuerpos de este tipo guardan una proporción muy similar de hielo y roca (50%-50%), mundos helados de baja densidad muy parecidos entre sí.

Sin embargo, si observamos con más cuidado, Titán se distingue bastante del resto. Mientras que casi todos los cuerpos poseen una superficie relativamente aburrida, la de Titán es de las más interesantes del Sistema Solar. Bajo su gruesa atmósfera se esconden grandes acumulaciones de metano y etano en estado líquido, formando ríos, mares y lagos que ocupan grandes extensiones de ese mundo. Todo esto lo sabemos gracias a los datos aportados por la sonda Cassini y el módulo de exploración Huygens, que llegaron a Saturno en 2004. Menos de seis meses después, Huygens aterrizaba sobre la superficie de Titán, aportando, en su descenso, multitud de datos e imágenes. Por ejemplo, las fotografías de una región montañosa y una llanura llena de guijarros que muestran con claridad los efectos de la erosión producida por las masas líquidas del satélite.

La batería del módulo, una vez alcanzó la superficie, sólo duró una media hora, tiempo durante el cual suministró información muy interesante acerca de este mundo. Sin embargo, no se acabaron aquí las sorpresas: la sonda Cassini, en posteriores acercamientos a Titán realizados durante sus casi trece años de misión mostró, gracias al radar que llevaba incorporado, otros secretos de la superficie, secretos que, con la luz visible, eran imposible de detectar a causa de la gruesa atmósfera que cubre al satélite.

Esta atmósfera está formada por un 95% de nitrógeno y un 5% de metano. Por otro lado, a pesar de que la existencia de Titán es conocida desde 1665, su atmósfera no fue descubierta hasta 1907 gracias al astrónomo español Josep Comas i Solà, observación confirmada en 1944 por el holandés Gerard Kuiper gracias a la detección de metano mediante espectroscopía. Más adelante, en el año 2006, investigadores de la Universidad del País Vasco realizaron un minucioso estudio sobre las nubes de metano que se forman en el cielo de Titán. Encontraron que estas nubes, cuando se dan las condiciones propicias de humedad y temperatura, precipitan el hidrocarburo en forma de lluvia y tormentas intensas. Dichas lluvias acaban alimentando a los ríos, mares y lagos con el compuesto, compuesto que luego vuelve a formar nubes mediante evaporación. Efectivamente, en Titán encontramos no un ciclo del agua sino de metano, el único lugar del Sistema Solar, aparte de la Tierra, donde se da este fenómeno. Pero las nubes de metano no son lo único que se ha detectado en esta atmósfera. Gracias a los datos aportados por la misión Cassini-Huygens se han encontrado moléculas orgánicas complejas como hidrocarburos aromáticos policíclicos (IAA-CSIC, 2013) o acrilnitrilos (NASA, 2017). La existencia de estas moléculas da pie a pensar en que es posible encontrar compuestos aún más complejos y quién sabe si vida, aunque esa es ya otra historia. Es cierto que la atmósfera de Titán es muy parecida a la que tuvo la Tierra primitiva, pero las temperaturas son demasiado bajas para el desarrollo de organismos complejos. A pesar de ello, no se descarta que esta luna de Saturno acabe siendo, a largo plazo, apta para la vida.

En aproximadamente cinco mil millones de años nuestro Sol aumentará de tamaño y alcanzará, como mínimo, la órbita de Venus. Esto provocará que los planetas gaseosos tengan temperaturas más altas, y lo mismo ocurrirá con sus lunas. En Titán, al igual que en el resto de lunas heladas, el hielo que forma gran parte de su corteza se fundirá, creando grandes océanos que cubrirán su superficie. Este ambiente será similar al de la Tierra, convirtiendo al satélite en un lugar mucho más apto para el desarrollo de la vida tal y como la conocemos. Aun así, Titán todavía guarda muchos secretos, sólo conocemos la punta del gigante iceberg que es.



La espectroscopía: el código de barras de la naturaleza

AUTOR **JUSTO R. PÉREZ CRUZ**

Dpto. de Física Aplicada.
Universidad de La Laguna

El arco iris es uno de los espectáculos más bellos que nos ofrece la naturaleza. Sin embargo, nadie sospecharía que detrás de él subyacen una serie de fenómenos físicos que nos han permitido conocer el interior de la materia hasta límites insospechados.

La similitud con el arco iris de la luz refractada a través de un vidrio era conocida desde antiguo. Sin embargo, no fue hasta la aparición de los primeros telescopios, de la mano de Galileo Galilei (1564-1642) y Johannes Kepler (1571-1630) que la dificultad provocada por este fenómeno en el enfoque de los mismos llamó la atención de los científicos, especialmente de Isaac Newton (1642-1727). Newton puso en evidencia que la luz del Sol está compuesta por rayos de diferente refrangibilidad que visualizamos como diferentes colores. Lo que le llevó a proponer un nuevo tipo de telescopio basado en la reflexión de la luz en un espejo parabólico, en lugar de la refracción a través de las lentes en que se basaban los diseños de Galileo y Kepler.

En esta misma evidencia ahondaron los experimentos realizados por William Herschel (1738-1822) y Johannes Ritter (1776-1810) a principios del siglo XIX. Herschel colocó termómetros sobre los diferentes colores en que se descompone la luz solar y pudo comprobar que la temperatura más alta se alcanza en la región no iluminada, justo a continuación del rojo. Ritter, por su parte, observó un comportamiento similar con el ennegrecimiento del cloruro de plata, si bien en este caso el efecto es mayor en la región situada más allá del violeta. Estos experimentos, que se interpretan actualmente como el descubrimiento de la radiación infrarroja y ultravioleta, dieron pie a James C. Maxwell (1831-1879) a considerar la luz como radiación electromagnética, de manera que es la diferente longitud de onda (visible, infrarroja, ultravioleta, etc.) quien le confiere propiedades diferentes en lo que a su interacción con la materia se refiere.

El dispositivo experimental de Newton fue perfeccionado por Joseph Fraunhofer (1787-1826). Este observó que la luz solar, al ser descompuesta por un dispositivo óptico, presenta un conjunto de líneas oscuras situadas en la misma posición relativa respecto de la distribución de los colores, efecto que también constató en la luz proveniente de los planetas y estrellas. La relación de estas líneas con las propiedades de la materia fue puesta de manifiesto por Gustav Kirchhoff (1824-1887) y Robert Bunsen (1811-1899) al analizar luz procedente de la llama pro-

ducida por diferentes sustancias. En este caso, observaron que, cuando la sustancia se encuentra con un suficiente grado de pureza, la luz proveniente de su llama se descompone en un conjunto de rayas luminosas sobre un fondo oscuro, al contrario de lo observado con la luz solar. Sin embargo, cuando la luz de una fuente luminosa pasa a través de un gas frío observaron rayas oscuras sobre un fondo brillante análogas a las que se aprecian en el espectro solar. Concluyeron que cada elemento tiene una forma particular de absorber o emitir luz siendo la longitud de onda a la que emite a alta temperatura la misma a la que absorbe cuando se enfría.

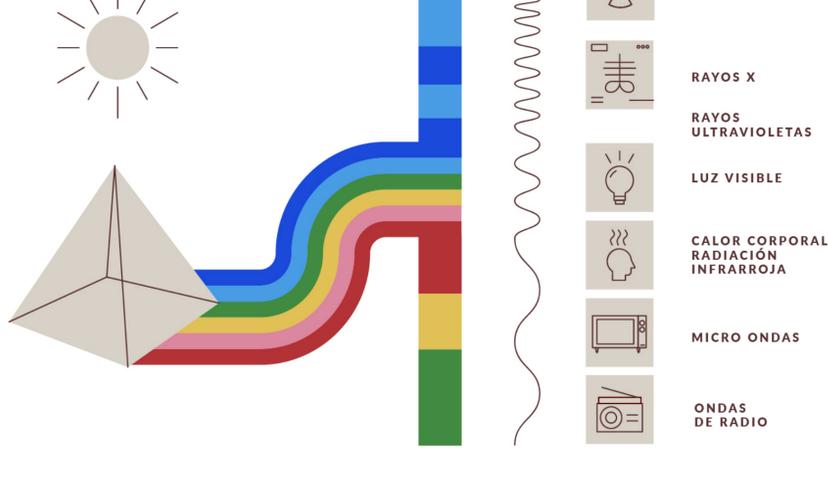
Kirchhoff y Bunsen interpretaron que las líneas oscuras en el espectro del Sol corresponden a absorción en la región externa más fría de la radiación procedente del interior solar, mucho más caliente. Clasificando las líneas observadas fueron capaces de identificar la presencia en el Sol de un gran número de elementos comunes en la Tierra. Sus experimentos les llevaron asimismo a descubrir dos nuevos elementos, el cesio y el rubidio presentes en su espectro. Unos años más tarde William Crookes (1832-1919) descubrió el talio utilizando la misma técnica y asociando su nombre a las líneas verdes de su espectro.

El conocimiento del espectro de la radiación electromagnética se amplió con el descubrimiento de las ondas hertzianas en 1887 por Heinrich Hertz (1857-1894), los rayos X por Wilhelm Röntgen (1845-1923) en 1895 y los rayos gamma por Paul Villard (1860-1934). La hipótesis cuántica formulada por Max Planck (1858-1947) en 1900 condujo a la interpretación de las líneas observadas en los espectros como consecuencia de la absorción o emisión de radiación cuando un sistema cambia de un estado cuántico a otro de diferente energía.

El comportamiento en los distintos rangos de longitudes de onda es consecuencia de la interacción con distintos grados de libertad de la materia. Así, la radiación infrarroja interacciona con la vibración y rotación de las moléculas, la luz visible y los rayos X con los electrones, los rayos gamma con los estados nucleares y las radiofrecuencias con el spin.

En los primeros momentos de la experimentación en este campo, cada grupo de investigadores diseñaba y calibraba su propio instrumental. La situación cambió a partir de 1950, cuando equipos comerciales estuvieron disponibles. La incorporación del láser incrementó exponencialmente

LA ESPECTROSCOPIA Y EL ESPECTRO DE RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA



GALILEO GALILEI
1564-1642

Galileo revolucionó el mundo con su nuevo invento, un telescopio capaz de alcanzar hasta la luna y descubrir los satélites que orbitan alrededor de Júpiter.



JOHANNES KEPLER
1571-1630

Johannes Kepler describió cómo podía fabricarse un telescopio algo distinto, con una lente en el objetivo convexa y una lente en el ocular también convexa.



ISAAC NEWTON
1642-1727

Propuso un nuevo tipo de telescopio basado en la reflexión de la luz en un espejo parabólico, en lugar de la refracción a través de las lentes en que se basaban los diseños de Galileo y Kepler.



JOSEPH FRAUNHOFER
1787-1826

Este observó que la luz solar, al ser descompuesta por un dispositivo óptico, presenta un conjunto de líneas oscuras situadas en la misma posición relativa respecto de la distribución de los colores, efecto que también constató en la luz proveniente de los planetas y estrellas.

las posibilidades de los equipos al permitir desarrollar nuevas técnicas como la espectroscopía resuelta en el tiempo que hace posible estudiar no solo la estructura sino la dinámica de una amplia variedad de procesos. Su aplicación fue más allá del mero interés por estudiar la composición de la materia y equipos como por ejemplo los de resonancia magnética nuclear se convirtieron en herramientas habituales en el diagnóstico clínico.

La Universidad de La Laguna dispone de un variado equipamiento espectroscópico distribuido entre los departamentos e institutos de investigación. Gracias a ellos y al trabajo de sus investigadores se han publicado cientos de artículos en revistas especializadas y se desarrollan numerosos proyectos de investigación, tanto experimentales como teóricos o de aplicación a la tecnología y las ciencias de la salud.

Pero sin necesidad de sofisticados equipamientos, siempre podemos disfrutar del espectáculo que nos ofrece la naturaleza cada vez que la radiación solar interacciona con las gotas de agua. En la imagen que ilustra este artículo, captada por la cámara del profesor Xosé R. Rodríguez (reconocido investigador en este campo) en las proximidades del templo de Angkor Wat (Camboya) se puede observar una combinación de efectos producto de la refracción de la luz (arco iris) y de la dispersión de la luz (ausencia del azul en el arco iris e iluminación rojiza del disco central), consecuencia de haber sido tomada en el atardecer. Prueba tú mismo. ■



Vida busca vida, para entenderse... Y lo que surja

AUTORES **RODRIGO DELGADO SALVADOR**

Aula Cultural Cassiopeia,
Universidad de La Laguna

Desde que los primeros Homo Sapiens Sapiens fueron capaces de hacerse preguntas, una de las más importantes, la que muchos consideran fundamental para la especie humana y de la que más respuestas equivocadas se han dado, es esta: ¿Estamos solos en el Universo? ¿Somos la única forma de vida capaz de entender el Universo y buscar semejantes en éste?

La unicidad de nuestro lugar en el Universo, desde el punto de vista biológico, sigue siendo uno de los pilares fundamentales en el que se sostienen buena parte de las construcciones de creencias de buena parte de la población. Por lo tanto, durante mucho tiempo, esta pregunta ha sido coto exclusivo de filosofías y religiones. Sin embargo, la Ciencia es capaz de proponer una respuesta a esta cuestión a través de la resolución de la denominada paradoja de Fermi.



PULSA SOBRE LAS IMÁGENES



Planteando el problema

¿En qué consiste la paradoja de Fermi? ¿Cómo se relaciona con nuestro lugar en el Universo? En pocas palabras, la paradoja de Fermi se plantea en los siguientes términos: "Si es tan probable que haya vida en el Universo, ¿por qué no la hemos encontrado aún?" Lo que traslada la respuesta a una nueva pregunta -que no es sino una nueva versión de la original-, y a la que se han dado varias respuestas.

Puede ocurrir como en *Avatar* (2009); donde aquellas formas de vida con las que podríamos haber contactado no están lo suficientemente desarrolladas tecnológicamente como para comunicarse o para viajar por el espacio. O tal vez sea que ni siquiera les resultemos lo suficientemente interesantes como para que se les merezca la pena visitarnos. Al fin y al cabo, si no tenemos nada que aportar, ¿para qué hacer el esfuerzo? Éste es el escenario en el que se desarrollan las 2 primeras temporadas de *Rick y Morty* (2013). O bien pudiera ocurrir que la vida es aún más diversa de lo que podemos imaginarnos y nuestra manera de entenderla resulta tan limitada que no somos capaces de detectar sus extrañas señales. *2001: Una odisea en el espacio* (1968) nos da una interesante visión sobre este posible caso.

Las posibles explicaciones son casi infinitas. Y sin embargo, no son más que un ejercicio teórico, en cierta manera pesimista. Al fin y al cabo, todas las respuestas se basan en la falta de evidencia directa de vida. Así que, si otras inteligencias no dan señales de vida, ¿por qué no buscarla nosotros mismos?



PULSA SOBRE LAS IMÁGENES



Entornando los ojos

Por ejemplo, en unos años será posible eclipsar estrellas al observarlas con grandes telescopios de manera que podamos descubrir exoplanetas donde antes sólo se veía el fulgor de aquellas. De esta manera podremos observar directamente la luz que viene exclusivamente del exoplaneta. Haciendo pasar la luz de éste por un espectrógrafo podemos buscar las huellas biológicas en su luz. De esta manera, como en muchos capítulos de *Stargate SG-1* (1997-2007), tal vez podamos descubrir planetas con vegetación donde la presencia de compuestos reactivos en su atmósfera implica la existencia de procesos biológicos.

Pero también existen otras posibilidades. A medida que la tecnología avanza, nuestra capacidad para detectar luces cada vez más tenues es mayor. Tanto es así que, en breve, seremos capaces de detectar la luz emitida por una civilización como la nuestra (en caso de que produzca luz como nosotros) o la bioluminescencia de animales más simples. Un ejemplo sobrecogedor aparece en *Contact* (1997), cuando Ellie Arroway, la protagonista, se encuentra en medio de su viaje hacia el centro de la galaxia. En una de sus paradas observa un planeta en cuya cara oscurificada se observan perfectamente luces artificiales.

Polizontes espaciales

Sin embargo, la Ciencia no sólo se preocupa en encontrar otra vida, sino también de proteger la que pueda existir. Hagamos el siguiente experimento mental: imaginemos que otros tipos de vida están más cerca de lo que esperábamos; por ejemplo en una de las lunas de Júpiter, Europa. Enviamos una misión a explorar sus océanos subterráneos y nos maravillamos ante la riqueza y variedad de su vida acuática, evolucionada lejos de la Tierra. Haríamos bien entonces en asegurarnos de no transportar con la nave el virus del resfriado ya que, en principio, esa biosfera nunca se ha enfrentado a una amenaza de esta clase. Si no se tienen en cuenta estas precauciones podría ocurrir, como así ha sido cada vez que una población aislada se ha encontrado en situaciones similares, que la vida extraterrestre caería presa de enfermedades que las especies visitantes ya resisten. Por eso, para evitar repetir el comienzo de *Prometeo* (2012), en el que la vida en la Tierra parece ser la consecuencia de una contaminación biológica provocada, las misiones espaciales que se envían a lugares donde la vida se considera posible pasan por rigurosos planes de esterilización.

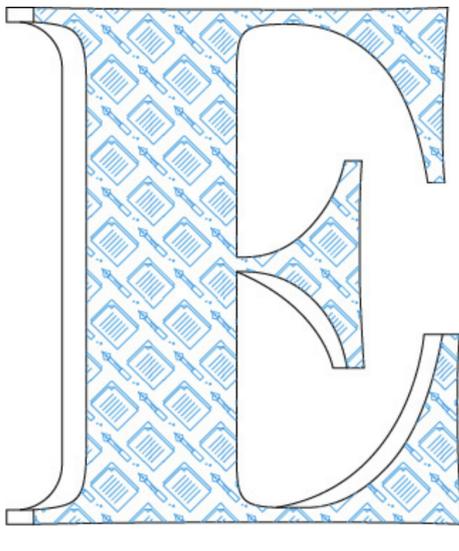


Así ha sido en el caso de las misiones a Marte, en las que la NASA sometió a rigurosos procesos de esterilización a sus naves por medio de disoluciones de alcohol. Se limpiaron, literalmente, cada centímetro cuadrado de las sondas una y otra vez, hasta conseguir que hubiera menos de 300.000 esporas bacterianas. Además se calentaron los componentes que eran capaz de aguantar hasta 110°C, para garantizar su esterilización por otro medio. Además, durante el montaje de las naves, se usaron habitaciones donde el aire sólo puede entrar a través de filtros y los trabajadores usan ropa esterilizada. Todo ello con el fin de evitar la contaminación biológica, tal como ocurre en *The Turing Test* (2016) donde, curiosamente, es la tripulación de una misión a Europa, la luna de Júpiter, la que entra en contacto con un microorganismo alienígena que produce interesantes resultados.

Pero no siempre ocurre así. El 11 de abril de 2019, la nave israelí Beresheet impactó sobre la superficie de la Luna. Por supuesto, ése no era el plan, pero debido a un pequeño fallo, la nave no pudo decelerar a tiempo y se estrelló. Esta no sería más que una triste historia de ingeniería aeroespacial más sino fuera porque parte de la carga que este alunizador llevaba eran tardígrados, u osos de agua. Una forma de vida microscópica capaz de sobrevivir -en cierta manera- sobre la superficie lunar.

Sin embargo el conocimiento de este hecho no puso nerviosa a la NASA. La Luna es un lugar especialmente inhóspito para la vida. La ausencia total de atmósfera y también de agua -excepto en algunos cráteres polares- y los cambios extremos de temperatura la convierten en uno de los lugares menos favorables para la vida de nuestro sistema solar. Por tan rizados, las misiones cuyo objetivo es la Luna no deben pasar procesos tan rigurosos de esterilización. Y por eso, aunque algunos tardígrados deshidratados estén durmiendo sobre el Mar de la Serenidad, nadie está preocupado. Por suerte, a pesar de su resistencia a las condiciones más extremas imaginables, no son xenofórmos del universo *Alien* (1979-2017). Porque si fuera el caso... la Luna dejaría de ser un lugar inhóspito para pasar a ser mortal.





Editorial

Presentamos el Número 5 de HIPÓTESIS, la sexta entrega de esta emocionante iniciativa de divulgación de la ciencia de la ULL, que cumple en estas fechas segundo año de vida. Estos dos primeros años de la vida de HIPÓTESIS, vida que deseamos larga y productiva, ha tenido como uno de sus objetivos consolidar el proyecto y dotarlo de una estructura que lo haga sostenible en el tiempo. En este sentido hemos dado recientemente un paso importante al pasar nuestro magazine a formar parte de la Unidad de Cultura Científica y de la Innovación de la ULL, Cienci@ULL. Cienci@ULL, unidad adscrita al área de Gerencia de la Fundación General de la Universidad de La Laguna, forma parte de la Red de Unidades de Cultura Científica y de la Innovación de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología y desarrolla su actividad en colaboración con el Gabinete de Comunicación de dicha entidad. Con este paso HIPÓTESIS, la revista digital y su web, viene a complementar el espectro de actividades de divulgación de la ciencia que desarrolla Cienci@ULL y pasa a contar con el apoyo de su magnífico equipo de técnicos/as especializados/as en comunicación y transferencia de conocimiento. Se trata, en definitiva, de un movimiento lógico y natural, que garantiza la estabilidad del proyecto y facilita la generación de importantes y valiosas sinergias con los otros programas desarrollados por la unidad.

Avala este cambio y renueva el apoyo a la difusión, accesible y divertida de la ciencia que se hace en nuestra universidad y más allá, la rectora de la ULL, Rosa María Aguilar China, en la entrevista realizada por Juanjo Martín. Joven, catedrática de Ingeniería de Sistemas y Automática, se muestra como una mujer de nuestro tiempo, consciente de que la función de la universidad es la de formar a sus estudiantes, pero con el valor añadido que aporta la capacidad para generar conocimiento y de la responsabilidad que la institución universitaria tiene de dar a conocer la ciencia que se hace en su seno de manera atractiva y accesible.

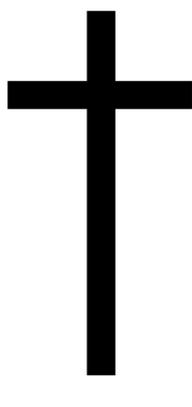
Esta sexta entrega de HIPÓTESIS, incluye un Dossier de Neurociencias, una de las áreas de investigación en la que la ULL muestra notables fortalezas. Al mismo contribuyen investigadoras/es de nuestra casa, pero también de otras universidades y centros de investigación. Las neurociencias son, probablemente, las biociencias con mayor proyección en estos momentos. Sus resultados y hallazgos son relevantes y determinantes en ámbitos que van desde la biomedicina y la salud hasta la educación. Así lo ponen de manifiesto las contribuciones de nuestros colaboradores, tan interesantes como amenos. A lo largo de los artículos de esta sección podemos constatar la multiplicidad de áreas en las que la investigación está propiciando un cambio de paradigma: desde la interacción mente-máquina que abre posibilidades terapéuticas inimaginadas ayer mismo, hasta los mecanismos neurológicos implicados en la lectura, pasando por el sentido del oído, las técnicas de para la visualizar al cerebro “en acción”, las implicaciones en la educación o algunos de sus avatares históricos. En este apartado merece mención especial lo que Juanjo Martín nos cuenta sobre la concepción de la mujer que tenía nuestro Nobel de ciencia, Santiago Ramón y Cajal. Un ejemplo de cómo es inevitable sustraerse a los valores predominantes en cada época, y cómo de esto no quedan libres las mentes más brillantes.

Pero la travesía cultural y científica que recorreremos en este número va más allá de la complejidad de nuestro cerebro. Andrea Padrón nos pone al tanto del debate, y las implicaciones legales que nos trae la ubicuidad de los robots, para los que se plantea la posibilidad de que tengan personalidad jurídica. Damos un salto y Daniel Prieto, alumno del Grado en Física de la ULL y entusiasta de la astrofísica, se estrena con una doble contribución: un viaje por los mares de metano de las lunas de Júpiter y la revisión del estatus de Plutón como planeta. Por su parte Justo Pérez, profesor de ese mismo grado, nos presenta las claves para leer e interpretar el código de barras de la naturaleza; algo que, sin darnos cuenta, apreciamos de alguna manera siempre que contemplamos un atardecer. No falta la Sección de Cine, a cargo esta vez de Rodrigo Delgado, miembro del Aula Cultural Cassiopea de la ULL. Manuel de Paz, profesor de Historia nos pone al tanto de la vida y el pensamiento en torno a la teoría de la evolución de un ilustrado canario, José de Viera y Clavijo, un adelantado a su época (siglo XVIII), que desarrolló su vida y gran parte de su obra en Tenerife. También contamos con una introducción al metabolismo algo que, con admirable claridad, hace mi colega Miguel A. Medina, profesor de bioquímica de la Universidad de Málaga. Tarea por cierto nada fácil, desde el momento que metabolismo y complejidad son sinónimos, como bien pueden atestiguar cualquier estudiantes de bioquímica. Verónica Pavés nos habla del espacio que ocupa, y la atención que merece, la ciencia en la prensa canaria. No podía faltar en este 2019 que se acaba, una referencia a la declaración del mismo como Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos por las Naciones Unidas. De eso nos habla María del Mar Afonso, la decana de la Facultad de Ciencias de la ULL. Moisés García nos informa sobre la iniciativa “Ciencia en el Parlamento”, que ha hecho realidad esa “loca idea de acercar la ciencia a nuestros políticos”; una vacuna ante el riesgo cierto de que se legisle en base a prejuicios sin fundamento científico. Por último, rendimos homenaje a Margarita Salas, fallecida pocas semanas antes de la publicación de este número, justo cuando la ULL la había nombrado Doctora Honoris Causa.

Un camino de mil kilómetros se inicia con los primeros pasos. Esperamos para HIPÓTESIS una larga travesía, siempre al servicio de la educación, de los valores de la razón y la verdad contrastada. Algo que, por obvio que parezca, sigue siendo necesario recordar en unos tiempos como los actuales en los que se recrudece por momentos la guerra declarada a la ciencia y somos testigos en muchos ámbitos de nuestra vida de la supremacía del prejuicio y opinión personal por encima de la evidencia. Porque la ciencia es más que el conocimiento del mundo; es sobre todo una forma de entenderlo y explicarlo que se caracteriza por su provisionalidad desde el momento que está sometida continuamente al contraste con la evidencia. La ciencia sirve para formar el carácter y educar en el escepticismo sano y coherente...■

REDACCIÓN **NÉSTOR TORRES DARIAS**
DIRECTOR DE HIPÓTESIS





Margarita Salas, la mujer que amplificó en ADN

AUTOR **JUANJO MARTÍN, SINC**

Hay personas que se convierten en símbolos, en faros y fuentes de inspiración para generaciones enteras. El pasado 7 de noviembre se extinguió la luz que marcó el camino a cientos de jóvenes científicos y científicas de nuestro país. Nos dejaba Margarita Salas. Unos días antes de su fallecimiento, el 28 de octubre, el Consejo de Gobierno de la Universidad de La Laguna daba el visto bueno al nombramiento de Margarita Salas como Doctora Honoris Causa, un reconocimiento que no podrá recoger pero que se suma a la espectacular trayectoria de esta mujer.

Licenciada en Ciencias Químicas, fue discípula de Severo Ochoa, con quien trabajó en Nueva York, tras hacerlo con Alberto Sols en Madrid. Junto con su marido, el también científico Eladio Viñuela, se encargó de impulsar la investigación española en el campo de la bioquímica y de la biología molecular dentro y fuera de nuestras fronteras.

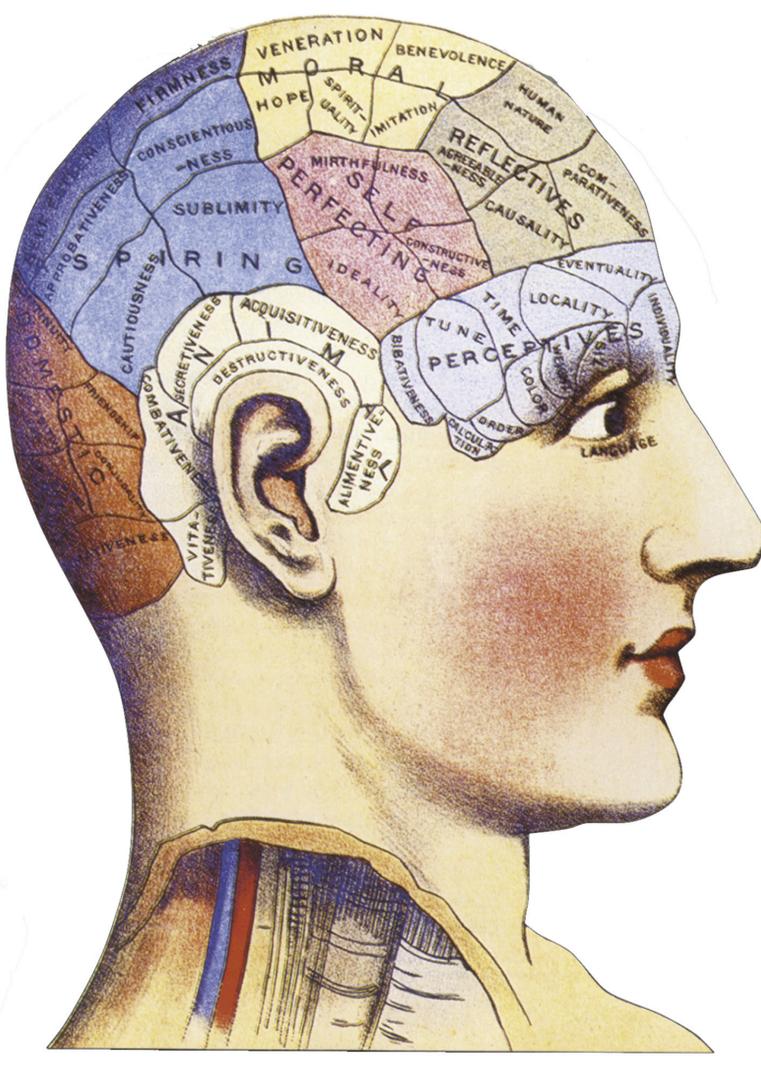
Hasta su fallecimiento, Salas seguía trabajando en su laboratorio del Centro de Biología Molecular Severo Ochoa como profesora ad honorem. De hecho, el pasado junio recibió en Viena el premio al Inventor del año 2019, entregado por la Oficina Europea de Patentes, en dos categorías: logro de una vida y voto popular. Fue un doblete nunca antes visto en los 14 años de historia del galardón.

“El hecho de que a partir de una investigación básica, que es la que yo siempre he hecho, salga una aplicación biotecnológica de tanta importancia, es muy gratificante”, explicó entonces.

Entre los logros de su carrera, se encuentra el descubrimiento de la ADN polimerasa del virus bacteriófago phi29, que tiene una aplicación crucial en biotecnología: permite amplificar el ADN de manera sencilla, rápida y fiable. Esta tecnología ha sido una de las patentes más rentables del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

“Esta polimerasa se usa en todo el mundo y se aplica en análisis genético, forense y paleontológico, entre otros”, indicó Salas, tras recoger el premio. “Cuando uno tiene cantidades pequeñas de ADN, como un pelo hallado en un crimen o unos restos arqueológicos, está ADN polimerasa amplifica millones de veces el ADN para poder ser analizado, secuenciado y estudiado”, añadió.

D.E.P.



Las funciones del cerebro: una controversia en la Ilustración.

AUTORA JOSEF L. BARONA

Departamento de Historia de la Ciencia y Documentación
Universitat de València

A Franz Joseph Gall (Tiefenbronn, 1758 - París, 1828) se le reconoce el mérito de haber propuesto una visión del cerebro humano con funciones específicas localizadas. Defendió una doctrina que denominó craneología -conocida más tarde por frenología-, que suscitó una amplia controversia en los ambientes científicos europeos, particularmente cuando el cirujano francés Paul Broca demostró la existencia de un centro regulador del habla en la tercera circunvolución frontal en 1861. Este descubrimiento abrió a su vez un debate entre dos visiones del cerebro: la localista, en la que cada función estaría localizada en una parte específica, y otra globalizadora, que veía el cerebro como un órgano que funciona como un todo.

Gall inició los estudios de medicina en Estrasburgo en 1777 bajo el magisterio de Jean Hermann. Los continuó en 1781 en Viena junto a van Swieten y se doctoró en 1785. Médico de gran reputación en Viena, atrajo a su consulta a numerosos pacientes ilustres. Pero Gall no se desligó de las investigaciones anatómicas, con las que pretendía fundamentar su doctrina, y que divulgaba a través de conferencias que impartió a partir de 1786 en los grandes salones de la aristocracia vienesa. Para difundir sus ideas hizo construir una colección de cráneos y moldes de yeso y cera que fueron adquiridos después de su muerte por el Jardín de Plants, jardín botánico de París.

Con la colaboración de Johann Christoph Spurzheim, su ayudante de investigación desde 1800, desarrolló un modelo de cartografía cerebral, que dio origen a la frenología. Su principal objetivo era desarrollar una anatomía funcional del cerebro humano, una organología -según la denominaba-, que se basaba en la identificación de 27 áreas de especialización funcional en el cerebro, de los que los atribuidos al lenguaje y la memoria pronto pudieron ser verificados.

Sus conferencias alcanzaron una gran popularidad entre la opinión pública y las élites sociales, pero la frenología encontró dos obstáculos insalvables. Por una parte la iglesia católica, que consideraba las ideas de Gall contrarias a la religión, ya que la mente y el alma creadas por Dios no pueden tener un sustrato físico. El otro fue la comunidad científica, los médicos de su tiempo y sus academias. En el momento más álgido de la controversia, el 24 de diciembre de 1801, sus conferencias fueron prohibidas por el emperador de Austria bajo la acusación de contradecir la moral y la religión con su determinismo materialista.

Gall tuvo que abandonar Viena acompañado por Spurzheim en 1805 y planificó un periplo destinado a difundir sus ideas sobre el cerebro por centros científicos e intelectuales de Alemania, Suiza, Holanda y Dinamarca y para ampliar las pruebas en favor de sus teorías, visitando para ello escuelas, hospitales, cárceles y manicomios. En estas visitas Gall fue recibido con actitudes ambivalentes; por un lado era acusado de charlatán y avaro, aunque le importaba más demostrar la consistencia de sus ideas que la recompensa material. Pero también impartió muchas conferencias recibiendo la consideración de determinados círculos científicos, y el respeto público y de algunos de los más respetados pensadores de su tiempo, como Johann Wolfgang von Goethe. Pero los círculos científicos institucionalizados rechazaron su doctrina con el argumento de que no aportaba pruebas irrefutables.

En noviembre de 1807, Gall y Spurzheim se trasladaron a París, donde hicieron pública su doctrina frenológica y tuvieron la oportunidad de exponerla con detalle en el Athenée. A excepción de un breve viaje a Inglaterra en 1823, Gall permaneció en París hasta su muerte. Se hizo ciudadano francés en 1819. En 1821 pidió al naturalista Geoffroy Saint-Hilaire un asiento en la academia de ciencias, pero el de Geoffroy fue el único voto que consiguió porque el establishment científico encabezado por el Institute de France desconfiaba de sus ideas y rechazaba su doctrina frenológica. En consecuencia, Gall se vio forzado a publicar un panfleto donde refutaba las acusaciones de materialismo que eran el núcleo de las críticas. Sin embargo, Gall gozaba de una posición acomodada a París, donde contaba entre sus pacientes a grandes artistas e intelectuales, como el escritor Stendhal, el filósofo y teórico social Saint-Simon y el político Klempers von Metternich, además de muchos diplomáticos de embajadas.

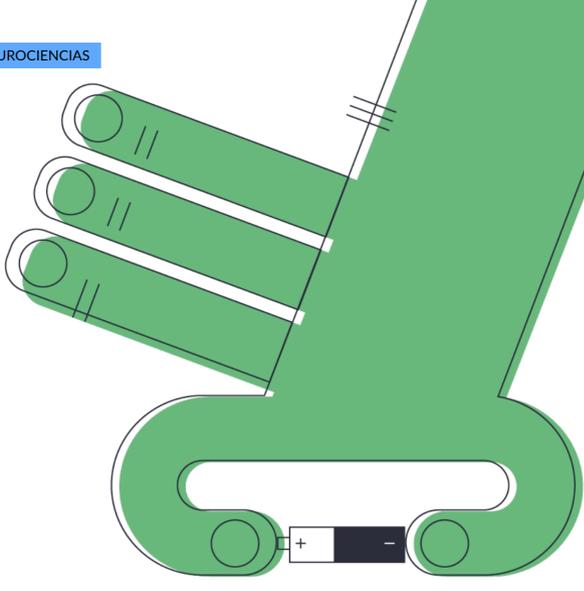


En 1810 publicó su principal obra anatómica, titulada *Anatomie et physiologie du système nerveux en general, et du cerveau en particulier*. En 1813, su fiel discípulo Spurzheim se separó de Gall para trasladarse a Inglaterra para difundir la frenología y aglutinar un movimiento frenológico internacional. Una década más tarde, Gall visitó ese país para presentarse ante sus admiradores, aunque el resultado fue bastante decepcionante. El 28 de agosto de 1828 sufrió un shock mortal en Montrouge, cerca de París. Su propio cráneo se añadió a la colección de más de trescientos cráneos y moldes de cerebros humanos que había reunido a lo largo de su vida. Se le negó una sepultura religiosa, aunque él consideraba que el orden que exhibe el cerebro es una prueba de la existencia de Dios.

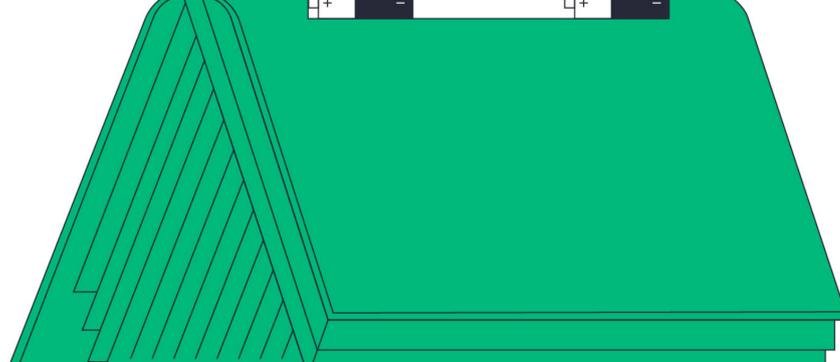
Además de su peculiar visión localizacionista del cerebro humano plasmada en su doctrina frenológica - tan llena de especulación-, Gall realizó contribuciones de relieve al conocimiento de la neuroanatomía, que quedaron ocultos bajo la crítica a la frenología. Él fue el primero en describir que la materia gris del cerebro contiene unas formaciones (cuerpos celulares) y unas ramificaciones de materia blanca (axones). Incluso puede afirmarse que la idea genérica de la localización de determinadas funciones en áreas concretas del cerebro se ratificó años después, cuando ya la frenología había sido abandonada. Del mismo modo, hay que reconocer que la obra de Gall estimuló el interés por la neuroanatomía y el debate general sobre la estructura y organización del sistema nervioso, abriendo la posibilidad a una concepción plural y jerárquica, que requería desarrollos posteriores como el concepto de integración y no era contradictoria con las teorías evolutivas derivadas del darwinismo.

Los estudios de Gall y Spurzheim tenían una fundamentación muy sólida en la anatomía comparada. Acumularon datos de enfermos mentales, delincuentes y escolares, hasta acumular una cantidad muy importante de cráneos y moldes de cerebros, incluyendo los de escritores y artistas conocidos, a los que practicaban todo tipo de observaciones y mediciones que pueden verse en el Musée de l'Homme de París. Como consecuencia de estos estudios Gall concluyó que el cerebro humano contiene veintidós áreas y siete facultades, de las cuales, diecinueve son compartidas con los animales.

Desacreditado por la anatomía posterior, uno de sus principales oponentes, el catedrático parisino Marie Jean Pierre Flourens (1794-1867) le reconoció en 1863 el mérito de haber sido el primero al que vio practicar la disección de un cerebro humano, y lo calificó como iniciador de la anatomía cerebral. De aquellas experiencias y especulaciones quedan hoy algunas intuiciones geniales y unas hermosas cabezas frenológicas de porcelana, que decoran casas, oficinas y museos. ■



Lo que vemos cuando leemos: flexibilidad y plasticidad cerebral



AUTORA **HORACIO A. BARBER**

ILUSTRACIÓN **CARLA GARRIDO PUERTA**

Departamento de Psicología Cognitiva

Universidad de La Laguna

Grupo de investigación en Neurociencia Cognitiva

La lectura tiene un papel central en nuestras vidas. Adquirimos gran parte de nuestros conocimientos gracias a ella; la utilizamos cuando devoramos apasionadamente un libro y cuando nos enfrentamos a un árido documento burocrático, pero también cuando navegamos por Internet o cuando elegimos productos en el supermercado.

La visión forma parte del lenguaje hablado por medio de lo que se conoce como integración multisensorial: cuando hablamos directamente con otra persona, no sólo descodificamos los sonidos que emite, sino que procesamos sus gestos y expresiones y, especialmente, los movimientos de su boca. Y es que la comprensión de los signos precede a la del lenguaje en nuestro desarrollo (y posiblemente también a nivel evolutivo), lo que explica por qué las personas que nacen sordas aprenden con tanta naturalidad las lenguas de signos.

Sin embargo, al leer usamos el sistema visual como vía principal de entrada a nuestro sistema de lenguaje. Por eso la visión en la lectura posee características especiales; utilizamos la escritura para recibir mensajes en ausencia de un emisor. Cuando leemos un texto, podemos elegir el momento y el lugar para su lectura, podemos hacerlo en presencia de otros o en la más absoluta intimidad, de forma rápida y superficial o pausada y meditativa, y podemos releer lo leído todas las veces que queramos. En términos de procesamiento de información esto marca una gran diferencia en relación a lo que conocemos como los mecanismos de control y atención. Frente a la comprensión del lenguaje hablado, que está guiada principalmente por eventos externos, la lectura requiere más “control interno”. Por eso la lectura se basa en una compleja coordinación entre los mecanismos de atención viso-espacial y el control de los movimientos de los ojos.

Nuestro grupo de investigación en la ULL estudia cómo es el funcionamiento del sistema visual en tareas de lectura. Para ello partimos de las características anatómicas y fisiológicas del sistema visual, que nos permiten entender cómo los mecanismos de la atención modulan la percepción visual cuando leemos. Por ejemplo, aunque nuestros receptores en la retina se distribuyen de manera similar ambos lados, derecho e izquierdo, de



nuestro campo visual, cuando leemos de izquierda a derecha (como en español) percibimos más información del lado derecho que del izquierdo. Esto se debe a que, de forma automática, nuestro cerebro adopta un “modo de funcionamiento” específico, en el que se da prioridad a parte del campo visual para facilitar la tarea. El cerebro consigue hacerlo gracias a la regulación que ejercen una serie de redes atencionales localizadas en los lóbulos frontales y parietales sobre la corteza visual (localizada en el polo posterior del cerebro). En nuestros estudios registramos los movimiento ocular (eye-tracking) junto con la actividad eléctrica del cerebro (electroencefalograma), lo que nos permite obtener descripciones precisas de los movimientos de los ojos mientras se lee, al tiempo que analizamos los cambios en la actividad cerebral al milisegundo. Esta información, junto con la que obtenemos por medio de técnicas de neuroimagen, especialmente la Resonancia Magnética Funcional, nos permite determinar las estructuras cerebrales implicadas en estos procesos. De esa forma hemos comprobado que es mayor el consumo energético en zonas de la corteza visual primaria cuando realizamos tareas de lectura distintas de las habituales; actividad que se correlaciona con la de las estructuras de control atencional antes mencionadas, lo que muestra la flexibilidad del procesamiento visual, incluso en sus primeros momentos.

El conocimiento de los factores implicados en la lectura, tanto a nivel fisiológico como de procesamiento de información tiene importantes implicaciones prácticas. Permitirá desarrollar métodos más eficaces de enseñanza de la lectura y de intervención en casos de problemas relacionados con ella, como las dislexias, y mejorar las interfaces hombre-máquina.

Además, estos estudios son relevantes para entender el funcionamiento del cerebro. La lectura es un excelente modelo para el estudio de la plasticidad y la reorganización cerebral. Puesto que se trata de una herramienta cultural desarrollada por nuestra especie muy recientemente, nuestro hardware no viene pre-cableado para esta función; se trata de una habilidad que adquirimos con esfuerzo y entrenamiento. Lo interesante aquí es que, como resultado final, nos encontramos con estructuras cerebrales altamente especializadas en esta tarea. Es el caso de la zona situada en la parte posterior del hemisferio izquierdo y conocida como “Área del Reconocimiento Visual de las Palabras”, crítica para el recono-



cimiento de las letras y que funciona como puente entre el sistema visual y la representación de los sonidos del lenguaje. Antes de que aprendamos a leer (o en los adultos analfabetos) esta zona se encarga del reconocimiento de caras, pero a medida que adquirimos la habilidad de leer, el procesamiento de las caras se concentra en el hemisferio derecho y esta zona se especializa en la lectura. Se trata por tanto de un bonito ejemplo de lo que podemos denominar “reciclaje de funciones” y una excelente ilustración de lo plástico y moldeable que es el cerebro. En nuestros estudios hemos comprobado también que la percepción de letras en esta zona depende de otros procesos mentales más complejos, como las expectativas que vamos construyendo a medida que leemos un texto; expectativas que se basan en nuestros conocimientos previos y en nuestra interpretación del contexto en el que nos llega la información escrita.

En definitiva, el estudio de los mecanismos implicados en la lectura nos permite apreciar la plasticidad, capacidad de adaptación, dinamismo y extrema flexibilidad de nuestro cerebro. ■

“Antes de que aprendamos a leer (o en los adultos analfabetos) esta zona se encarga del reconocimiento de caras, pero a medida que adquirimos la habilidad de leer, el procesamiento de las caras se concentra en el hemisferio derecho y esta zona se especializa en la lectura.”

Equipo HIPÓTESIS

Dirección: Néstor Torres

Responsable de arte: Carla Garrido

Responsable de redacción: Juanjo Martín

Redacción:

Justo R. Pérez Cruz

Silvia Murillo-Cuesta

Isabel Varela-Nieto

Niels Janssen

José Luis González-Mora

Manuel de Vega

David Bueno

Anna Forés

Josep L. Barona

Horacio A. Barber

Moisés García Arencibia

Rodrigo Delgado Salvador

Andrea Padrón Villalba

Daniel Prieto

Miguel Ángel Medina Torres

Manuel de Paz Sánchez

María del Mar Afonso Rodríguez

Verónica Pavés

Fotografía:

Miguel Ventura

Universidad de La Laguna

NASA

Ilustraciones:

Verónica Morales

Jen del Pozo

Carla Garrido

Portada y animación:

Carla Garrido

Tamo

Consejo Editorial de la Revista:

Néstor V. Torres Darias. Director Catedrático de Bioquímica y Biología Molecular

Ernesto Pereda de Pablo. Vicerrector de Investigación, Transferencia y Campus Santa Cruz y Sur

Cándida González Afonso. Jefa del Gabinete de Prensa de la Universidad de La Laguna



Ciencia en el Parlamento

AUTOR **MOISÉS GARCÍA ARENCIBIA**

*Miembro de Ciencia en el Parlamento
Profesor-tutor en la Universidad Nacional de Educación a Distancia.*



Ayuntamientos que declaran su municipio libre de transgénicos o eliminan el WiFi de las zonas públicas, gobiernos regionales que financian ferias ecológicas donde las pseudoterapias campan a sus anchas, diputados que defienden la homeopatía en el Parlamento o que mencionan artículos científicos inexistentes para justificar que el toro de lidia no sufre en una corrida, eurodiputadas que solicitan que se regulen las vacunas porque suponen un riesgo e incluso presidentes del Gobierno que dudan del cambio climático porque se lo ha dicho un primo suyo. Estas son algunas de las intervenciones de ciertos políticos españoles, de todos los niveles, que van en contra de la evidencia científica existente.

Cuando yo leo o escucho alguna de estas noticias, me pregunto quién informa a nuestros representantes políticos y si acaso saben cómo funciona la ciencia. A veces, incluso, me dan ganas de meterme en política para poder atacar estas ideas con argumentos. Pero este pensamiento se me pasa rápido, no se preocupen.

Sin embargo, a principios de 2018 surgió una oportunidad para contribuir a hacer que la Ciencia pudiera ayudar a la Política. Un grupo de científicas/os, conectados a través de Twitter, estaba haciendo una de las cosas más habituales que solemos hacer los investigadores e investigadoras cuando nos juntamos, quejarnos (y con razón), de nuestras condiciones de trabajo en España: falta de financiación en equipamiento y proyectos, carrera laboral donde es muy complicado estabilizarse, emigración de talento y dificultad para su retorno debido tanto a esa falta de financiación como a la alta tasa de endogamia en algunas de las instituciones dedicadas a la investigación, etc... Pero en la primera noche de ese 2018 algo cambió. Andreu Climent, un investigador del Hospital Gregorio Marañón, propuso pasar a la acción y acercar la Ciencia a la Política. Al igual que ocurre en otros países, como Australia, pensó en organizar algún tipo de encuentro entre la comunidad científica y la política, para que cada grupo conociera un poco mejor al otro. Nació así Ciencia en el Parlamento (CEEP). En esa conversación de Twitter estaba Jorge Barrero, de la Fundación COTEC y, gracias a su intermediación, menos de un mes después, el 30 de enero, se le presentaba la iniciativa a Ana Pastor, presidenta del Congreso en aquel momento (XII Legislatura). El 7 de febrero, esta era conocida por la mesa del Congreso y todos los



partidos se entusiasmaron con la idea de organizar un encuentro. Se planearon unas jornadas en las que se le mostraría a los parlamentarios cómo sería el funcionamiento de una hipotética oficina parlamentaria de asesoramiento científico, al estilo de las que funcionan en otros países como la Parliamentary Office of Science and Technology (POST) del Parlamento Británico.

Se lanzó una convocatoria para seleccionar técnicos de asesoramiento científico y ahí vi una oportunidad de contribuir a la misma. A la convocatoria se presentaron alrededor de 200 candidatos y candidatas de entre los que se seleccionaron 24, en base a su perfil científico pero también a su perfil divulgador. Al fin y al cabo, había que transmitir contenido científico a gente que no necesariamente tenía una formación en ciencias. Tuve la suerte de ser uno de los seleccionados, al poco además de ganar mi plaza de Profesor Ayudante Doctor en la Universidad de La Laguna (ULL).

Comenzaron entonces unos meses de preparación, en los que los técnicos de asesoramiento recibimos formación en comunicación, aprendimos cómo funcionan otras oficinas de asesoramiento, conocimos el funcionamiento de nuestro Parlamento y comenzamos a preparar los temas en los que participaríamos. Los temas habían sido seleccionados junto a la Mesa de Ciencia del Parlamento y no solo estaban relacionados con las Ciencias de la Salud o la Ingeniería, sino que incluían también a las Ciencias Sociales y Humanidades y a las Ciencias Ambientales. Para preparar los temas se necesitó la colaboración de expertos/as, entre los que se encontraban algunos profesores de la ULL como el Dr. Agustín Valenzuela.

La primera reunión se celebró los días 6 y 7 de noviembre, como parte de los actos del 40 aniversario de la Constitución; encuentro que constituyó un éxito hasta el punto de que poco después, la Presidenta del Congreso anunció que se destinarían 200000€ para crear una oficina de asesoramiento científico en nuestro país. La propuesta contó con el apoyo unánime de todos los grupos parlamentarios que entendieron que, como dijo el Ministro de Ciencia y Universidades Pedro Duque: "De la misma forma en que no se pueden hacer leyes sin asesoría jurídica, es imposible crear normas basadas en evidencias sin asesoramiento científico".



Los vaivenes políticos del último año han impedido que la oficina arranque pero, durante este tiempo, la iniciativa no se ha quedado parada. Se ha ido presentando en las distintas comunidades autónomas y, el pasado 11 de octubre, la ULL organizó, junto a la Delegación del CSIC en Canarias, una jornada en las que junto al Dr. Valenzuela y al Dr. Eduardo Oliver, investigador del CNIC y coordinador de CEEP, presenté la iniciativa a los distintos grupos políticos canarios con representación parlamentaria en la XIII Legislatura: PSOE, PP, Unidas Podemos, Ciudadanos y Coalición Canaria. Todos estuvieron de acuerdo en que, una propuesta así, sería de gran ayuda para el Gobierno Canario y, el Vicerrector de Investigación y Transferencia de la ULL, Ernesto Pereda, se comprometió a apoyarla con el capital humano de la universidad y que las leyes que salgan de nuestro parlamento autonómico puedan usar la evidencia científica disponible para legislar de forma informada.

Parece pues que la loca idea de acercar la ciencia a nuestros políticos no estaba tan equivocada y que, finalmente, los científicos podremos participar en política poniendo nuestro conocimiento al servicio de la sociedad. ■

TEMÁTICAS PARA LOS COLOQUIOS



CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

Envejecimiento y salud: de nutrición a terapias avanzadas

Prevención activa del suicidio.

Retos ante las enfermedades infecciosas.



CIENCIAS FÍSICAS, MATEMÁTICAS E INGENIERÍAS

Inteligencia artificial y big-data: salidas de futuro

Ciberseguridad, datos abiertos y e-democracia.

Tecnologías emergentes en el transporte y en las comunicaciones.



CIENCIAS MEDIOAMBIENTALES Y ENERGÍA

Cambio climático y futuro energético.

La contaminación por plásticos.

Gestión del agua



CIENCIAS SOCIALES

Conciliación familiar y social.

Educación basada en la evidencia y las matemáticas como motor de la sociedad.

Inclusión social, migración y refugiados.

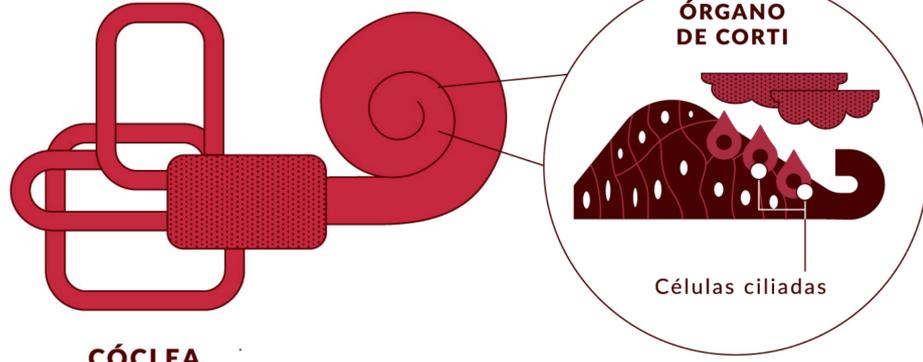


La Presbiacusia

AUTORAS **SILVIA MURILLO-CUESTA E ISABEL VARELA-NIETO**

Instituto de Investigaciones Biomédicas "Alberto Sols" (CSIC-UAM).

Centro de Investigación Biomédica en Red en Enfermedades Raras (CIBER, ISCIII).



CÓCLEA

ÓRGANO DE CORTI

Células ciliadas



La presbiacusia o hipoacusia asociada a la edad es la pérdida de la capacidad auditiva que se produce a medida que envejecemos. Afecta a un tercio de la población con más de 65 años y disminuye notablemente su capacidad de comunicación, autonomía y calidad de vida. Debido al incremento en la esperanza de vida y al envejecimiento de la población la presbiacusia constituye un problema médico de gran importancia.

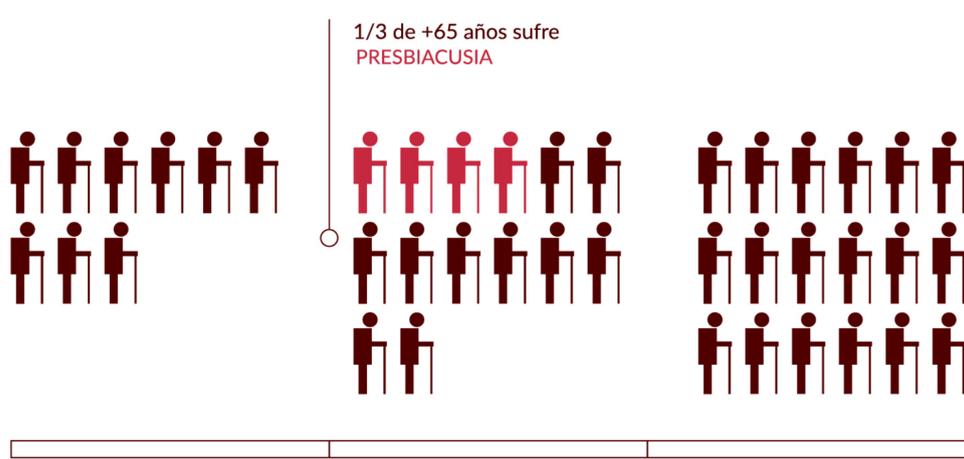
Las causas de la presbiacusia son diversas, pero principalmente se debe al deterioro de las células neurosensoriales de la cóclea, el órgano auditivo del oído interno. Concretamente, las células ciliadas del órgano de Corti y las neuronas del ganglio auditivo que las conectan con el cerebro. A diferencia de aves y reptiles, los mamíferos no son capaces de regenerar estas células, por lo que, cuando las lesiones se repiten, se produce su muerte irreparable.

Los mecanismos que conducen a la presbiacusia son los mismos que operan en los procesos de envejecimiento de otros órganos: la inestabilidad de genes y proteínas, el mal funcionamiento de los orgánulos celulares, problemas nutricionales y de comunicación entre las células o la pérdida de la capacidad de regeneración. Con la edad, en la cóclea se pierden células ciliadas y neuronas, se alteran las sinapsis entre ambas y se desregula el metabolismo del oído. Son varios los factores ambientales que pueden acelerar la presbiacusia: la exposición crónica al ruido (profesional o recreativo), algunos fármacos dañinos para el oído, infecciones y carencias nutricionales como, por ejemplo, en ácido fólico y vitaminas del grupo B. Hay, además, un componente genético que contribuye a la pérdida auditiva.

La presbiacusia se manifiesta al principio como una dificultad para detectar sonidos de altas frecuencias, que progresa después hacia frecuencias más bajas, y para percibir sonidos en ambientes ruidosos. Esto obliga al cerebro a realizar un sobreesfuerzo para decodificar el mensaje, lo que disminuye los recursos destinados a la memoria auditiva. Como consecuencia de la pérdida auditiva las personas afectadas desconectan de su entorno, se aíslan y experimentan menos estímulos acústicos. Esto, unido al envejecimiento natural del cerebro, deteriora su capacidad cognitiva y favorece la demencia senil y el Alzheimer: el deterioro cognitivo en personas con presbiacusia es un 40% superior al de aquellas con buena capacidad auditiva.



El único recurso disponible para hacer frente a la presbiacusia y para reducir la fragilidad cognitiva asociada a la misma es el uso de audífonos o de implantes cocleares. Los audífonos aumentan la intensidad de los sonidos recibidos y facilitan la generación de señales nerviosas en el oído interno, lo que contribuye a mejorar la interacción social, reducir la pérdida de memoria auditiva, y disminuir el deterioro cognitivo asociado a la pérdida auditiva. Las investigaciones en este campo se enfocan al desarrollo de tratamientos que retrasen, reduzcan o reviertan los cambios que se producen en las células neurosensoriales durante el envejecimiento. Para conseguirlo es fundamental disponer de modelos animales que reproduzcan las principales características de la presbiacusia y que nos sirvan para comprender sus mecanismos e identificar dianas terapéuticas. De los disponibles (modelos in silico, celulares y animales) el que más información proporciona es el ratón.



El ratón de laboratorio vive aproximadamente 2 años, por lo que empieza a considerarse modelo de envejecimiento a partir de los 18 meses. Sin embargo, hay ratones genéticamente modificados en los que se acelera este proceso. Es el caso de los ratones SAMP (Senescence-Prone-Accelerated Mouse) que presentan un envejecimiento generalizado a edades tempranas y experimentan patologías como osteoporosis, amiloidosis, pérdida de memoria o presbiacusia. También hay ratones que desarrollan específicamente envejecimiento auditivo, como los C57BL/6J, que tienen mutado el gen de la cadherina 23, una proteína de las células ciliadas, y presentan presbiacusia a partir de los 6 meses. El IGF-1 es un factor de crecimiento importante para el oído interno; se ha confirmado que las mutaciones en los genes de este sistema contribuyen a la pérdida auditiva, tanto en hombre y en ratón, y que existe una correlación entre la disminución de los niveles de IGF-1 con la edad y la progresión de la presbiacusia. El estudio de estos IGF-1 con la edad y la progresión de la presbiacusia. El estudio de estos IGF-1 con la edad y la progresión de la presbiacusia. El estudio de estos IGF-1 con la edad y la progresión de la presbiacusia.

Reducir factores de riesgo como la exposición al ruido es una buena estrategia para llegar a una edad avanzada con un buen número de células neurosensoriales no dañadas. Pero también es posible reducir la degeneración auditiva en las fases iniciales o incluso revertirla. En la actualidad hay numerosos fármacos en estudio y algunos, como las combinaciones de antioxidantes, han demostrado ser eficaces en este sentido. Las terapias génica y celular, si bien están aún en fase experimental, son otras alternativas que se están explorando para evitar el deterioro de la cóclea con la edad o bien que permitirían sustituir células degeneradas otras nuevas y funcionales.

En resumen, la pérdida auditiva asociada a la edad es un problema de primer orden debido al envejecimiento de la población y a su directa asociación con el deterioro cognitivo. Las soluciones pasan por desarrollar políticas activas para reducir factores de riesgo, ampliar la cobertura sanitaria de la pérdida auditiva y fomentar la investigación para desarrollar nuevas terapias que eviten los cambios degenerativos en el oído interno. Todo ello contribuirá a aumentar los años de vida activa e independiente. ■





Santiago Ramón y Cajal nos ayuda a buscar esposa

AUTOR JUANJO MARTÍN

Santiago Ramón y Cajal ha sido uno de los más brillantes neurocientíficos de la historia de la ciencia. Sus investigaciones sobre las neuronas aún hoy en día continúan sorprendiendo a los investigadores. Peor han envejecido sus consideraciones sobre la familia. No debemos juzgar al navarro con ojos del siglo XXI, pero es curioso observar que en esto fue víctima de su tiempo.

Quién nos lo hubiera dicho, el gran Santiago Ramón y Cajal, el único Premio Nobel científico que ha conseguido España, el personaje que da nombre a colegios, becas y calles, aconsejándonos sobre cómo elegir a la esposa ideal. Si bien es conocido su trabajo sobre las neuronas y el sistema nervioso, más desapercibidos para la historia han pasado sus múltiples alegatos sobre la investigación científica, la política y la moral.

Santiago Ramón y Cajal (1852-1934) es uno de los mejores científicos que ha dado este país. Prodigioso con la navaja, famosas eran sus secciones de tejidos cerebrales y espectaculares sus dibujos sobre la estructura del sistema nervioso. La perseverancia, el talento y la capacidad de ver lo que otros ni siquiera eran capaces de percibir, le hicieron merecedor del Premio Nobel de Medicina en 1906, reconocimiento que compartió con el italiano Camilo Golgi. Fue el primer premio Nobel de Ciencia que iría a la casilla de España; 113 años después sigue siendo el único.

Después de recibir tan alta distinción, Santiago se convirtió en un personaje influyente y mediático al que todos les pedían opinión. No solo hablaba de ciencia, también de política o de valores sociales. Fue prolífico en sus intervenciones en la prensa y no había viaje donde no fuera recibido con honores y la natural repercusión mediática. Tan popular era el personaje que sus discursos y obras literarias se dispensaban por

episodios en la prensa, troceados por temas de interés y publicados con el "sello de calidad" asociado a la firma del sabio de los sabios de la época. A decir verdad, D. Santiago tampoco se comedia a la hora de opinar de los temas más peregrinos, como el que relatamos hoy: Cómo elegir esposa.

En 1899 se publica el libro "Reglas y consejos sobre la investigación científica". Esta obra, editada a beneficio del recién creado Instituto Ramón y Cajal, recoge su discurso de ingreso en la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. El sexto capítulo se titula "Condiciones sociales favorables a la obra científica" y en él dedica una buena parte a aconsejar a los jóvenes científicos sobre cómo debe ser su compañera y esposa.



CELULA PURKINJE



PULSA SOBRE LA IMAGEN

Arranca esta parte dejando clara una premisa:

"Contra el parecer de muchos, hemos declarado que el hombre de ciencia debe ser casado y arrostrar valerosamente las inquietudes y responsabilidades de la vida de familia. No imitará el egoísmo de Epicuro, que no se casó por ahorrarse cuidados e inquietudes, ni el refinadísimo de Napoleón, que sólo veía en la mujer una enfermera útilísima para la vejez. Para el hombre de ciencia, el concurso de la esposa es tan necesario en la juventud como en la ancianidad. Como la mochila en el combate es la mujer: sin ésta se lucha con desembarazo, pero ¿y al acabar?"

Defensor acérrimo del matrimonio, D. Santiago deja claro que lo único que debe evitar el investigador es que los hijos se escajan a su futura esposa, que suplanten su decisión, ya que debe ser él y solo él quien haga dicha elección, eso sí, teniendo en cuenta su psicología. No es defensor de la soltería, ya que piensa que los hombres solteros dedican mucho tiempo a pensar en el sexo, algo que les distrae necesariamente de su meta científica:

"En varón robusto y normal, el celibato suele ser invitación permanente a la vida irregular, cuando no a los abandonos del libertinaje. Y las ideas son flores de virtud que no abren sus corolas, o se marchitan rápidamente en el vaho de la orgía. Por otra parte, el soltero vive en plena preocupación sexual. En él la intriga galante interrumpe demasiado la marcha de la intriga especulativa. Y, según es notorio, no hay más seguro medio para despreocuparse de mujer que satisfacerse de mujer. Además, según se ha dicho muchas veces, el hogar destierra del alma el egoísmo, ennoblece el instinto sexual, genera altos anhelos sociales y fortalece el patriotismo".

Pero vayamos al grano, la elección de compañera. Ramón y Cajal afirma en el texto que muchas carreras científicas se han arruinado por culpa de la mujer, por eso, nos dice, es una decisión muy importante y lo advierte así:

"Cuántas obras importantes fueron interrumpidas por el egoísmo de la joven esposa! ¡Qué de vocaciones frustró la vanidad o el capricho femenino! ¡Cuántos profesores esclarecidos rindiéronse al peso de la coyuntura matrimonial, convirtiéndose en vulgares buscadores de oro y rebajándose y esterilizándose con el acaparamiento insaciable de dignidades y prebendas".

Describe el científico cómo la mujer concentra el amor de la familia, venera la justicia y es la causa de la humanidad en el hogar, vive por y para su marido e hijos. Pegamento de la familia, la esposa en un hogar es, para nuestro premio Nobel, lo que quiere Dios y lo sentencia de esta manera: *"Por eso, la madre anela vivir solamente en la memoria de sus hijos, mientras que el padre ansía, además, sobrevivir en los fastos de la historia".*

Ramón continúa disertando sobre las cualidades familiares que debe poseer la perfecta esposa de un científico, que como hemos visto hasta ahora debe amar mucho, atender a su familia y molestar poco al patriarca científico. Para facilitar la lectura, el autor se permite un párrafo a modo de resumen que sintetiza todo lo anterior: *"como norma general, aconsejamos al aficionado a la ciencia buscar en la elegida de su corazón, más que belleza y caudal, adecuada psicología, esto es: sentimientos, gustos y tendencias, en cierto modo, complementarios de los suyos. No escogerá la mujer, sino su mujer, cuya mejor dote será la tierna obediencia y la plena y cordial aceptación del ideal de vida del esposo".*

Pero aún no ha llegado lo mejor, ya que el Nobel español también se atreve en este texto a realizar una clasificación de los tipos de mujeres que existen y determinar cuál debe ser el mejor perfil para el investigador. En la clase media, que según Cajal es donde se ha de buscar, existen cuatro tipos de mujeres: la intelectual, la heredera rica, la artista y la hacendosa. ¿Cuál nos recomendamos el cupido científico?

Las denominadas mujeres intelectuales son *"aquellas adornadas de carrera científica" escasas en España pero abundantes en las naciones del norte. Por lo tanto, debemos resignarnos a renunciar a tan grata compañía ya que, además no están por la labor de formar familia, aunque "los pocos ejemplares de doctoras (salvo un par de excepciones) que hemos conocido en ateneos, laboratorios y salones, parecen empeñadas en consolarnos de su inaccesibilidad"*. Vamos, que nos olvidemos de conquistar a una chica lista. Lo remata así, con un vocabulario que nos recuerda más a Félix Rodríguez de la Fuente que a un médico: *"Pero, repetimos, esta ave fénix, la doctora sería y discreta, colaboradora asidua del esposo, no se ha dignado todavía aparecer en nuestro horizonte social, donde, por caso extraño, los más grandes talentos femeninos son autodidácticos y ajenos por completo a los estudios universitarios regulares. El hombre de ciencia español debe, pues, elegir entre las otras categorías femeniles"*.

Vayamos por la heredera rica. Cajal nos advierte del peligro de la opulencia de fiestas y desenfreno, que no sea que el hombre investigador se deje llevar por el fasto y deje de lado su abnegado trabajo en el laboratorio. Ah, pero si la mujer rica invierte su herencia en la ciencia, eso es otra cosa: *"gran fortuna sería topar con heredera rica e ilustre que, abandonando los caprichos y vanidades del sexo, consagrara su oro al servicio de la ciencia. Admirables mujeres de este género abundan en Francia e Inglaterra. En nuestro país no hemos conocido un profesor aficionado al laboratorio para cuya obra no haya sido fatal la riqueza de la esposa"*.

Llegamos a la mujer artista o literata profesional ¿será la mujer ideal para Santiago? Pues parece que no, ya que rápidamente se encarga de quitarnos de la cabeza esta elección: *"Salvo honrosas excepciones, tales hembras constituyen perturbación o reconne ocasión de disgusto para el cultivador de la ciencia. Desconsuela reconocer que, en cuanto goza de un talento y cultura viriles, suele la mujer perder el encanto de la modestia,*

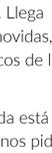


adquiere aires de dómine y vive en perpetua exhibición de primores y habilidades. La mujer es siempre un poco teatral, pero la literata o la artista están siempre en escena".

Sólo nos queda entonces una tipo de candidata posible, la que el reputado médico define como señora hacendosa. Esta sí, y aquí vemos flaquear al gran Ramón y Cajal hasta el punto de que es fácil reconocer en su texto la debilidad que siente por este tipo de mujer que define como *"dotada de salud física y mental, adornada de optimismo y buen carácter, con instrucción bastante para comprender y alentar al esposo, con la pasión necesaria para creer en él y soñar con la hora del triunfo, que ella disputa segurísima"*. Termina el neurocientífico alentando y animándonos a embarcarnos en tal empresa, porque siguiendo estos consejos, muy malos debemos ser, si no encontramos esposa. Nos anima y consuela para ello: *"Por fortuna, ese tipo delicioso de mujer no es raro en nuestra clase media. Muy desventurado será quien, buscándola con empeño, no logre encontrarla o no sepa asociarla de todo corazón a sus destinos"*.

Nunca se debe juzgar con los valores de hoy los hechos y actitudes del pasado, y sería pues injusto condenar al Santiago Ramón y Cajal persona por compartir los valores de su época. ■

Rosa María Aguilar



Lleva muy poco tiempo en su puesto, pero ya ha logrado aportar su impronta particular a este cargo que aún huele a aires medievales. Rosa María Aguilar es la segunda mujer en ocupar el puesto de mayor responsabilidad en La Universidad de La Laguna. Llega al puente de mando de este trasatlántico en un momento complejo y de aguas muy movidas, con problemas que afectan a todas las universidades del país y otros que son endémicos de la esta institución centenaria.

Llegamos unos minutos antes de nuestra cita. Nos dijeron que, a pesar de que su agenda está siempre llena, no nos hará esperar. "Recibe a todo el mundo" nos dice la persona que nos pide que aguardemos en la sala de espera, nos ofrece un café. "Un montón de colectivos quieren hablar con ella y Rosi los recibe a todos". El lema de su campaña fue "Vamos Rosi" y ahora podemos comprobar que no era un eslogan para mostrar una ficticia cercanía, el personal más cercano de la rectora la llama así, Rosi.

Nos recibe en el despacho "oficial" del rector. En el centro vemos una mesa grande de madera negra, una mesa que deja claro quien manda ahí, una mesa enorme, pero vacía. La habitación está llena de trofeos, placas y algunas banderas, lo que se llama un despacho oficial. Sin embargo, Rosi, pasa de largo y se dirige al fondo donde una puerta nos conduce a otro despacho, más pequeño, luminoso y personal. "La verdad es que no podía trabajar en esa mesa tan grande, en ese despacho tan frío, me mudé a este que es más normal". Nos sentamos y comenzamos la conversación.

Le ha tocado ser rectora en un momento político y económico complicado. ¿Cómo se consigue mantener el motor de la universidad en marcha?

Hace falta financiación suficiente y estable para hacer nuestro trabajo pero además las distintas soluciones tienen que ser estables en el tiempo porque una investigación que se detiene por falta de financiación es equivalente a tirar a la basura el trabajo que hemos realizado durante ese tiempo, con lo cual la estabilidad presupuestaria para el mundo de la investigación es fundamental. Hace falta que la sociedad se dé cuenta que la investigación es una inversión para resolver los retos tan grandes que tenemos a día de hoy, estamos en un punto de inflexión para nuestro planeta.

En su programa electoral prometió agilizar la burocracia a la que se tienen que enfrentar los investigadores cuando piden y justifican proyectos. ¿Cómo lo está haciendo?

Es una de nuestras líneas estratégicas, pero lleva su tiempo. Para resolverlo tenemos que analizar cuáles son los procesos que están provocando este cuello de botella, cuáles son esas tuberías que no fluyen bien. Como acciones más inmediatas estamos abordando servicios que deben ser transversales como contabilidad y contratación. Nos hemos centrado en estos servicios para que los investigadores cada vez que tienen que comprar un material o ir a un congreso tengan más facilidades. También estamos simplificando muchos procedimientos en contratación, contabilidad y recursos humanos.



Nosotros tenemos que cumplir la normativa general, pero otros muchos, tenían sentido cuando se hicieron, pero hoy probablemente no sean necesarias en el mundo globalizado y digitalizado en el que vivimos.

¿Y la Universidad es autónoma para hacer estos cambios?

Creo que es la principal misión que tiene la universidad, la sociedad desconoce la importancia de la investigación, por eso nosotros tenemos que hacer llegar el valor que tiene la investigación para resolver los retos actuales que tenemos en Canarias y en el resto del mundo. Por un lado y por otro lado es fundamental la divulgación y difusión de la Ciencia. Desde cómo solucionar el uso excesivo del plástico, conseguir resolver los efectos del cambio climático o el reto energético.

¿Cuál es su opinión sobre la importancia de divulgar la ciencia que hace la universidad a la sociedad?

Hace poco, en una entrevista le preguntaron que, siendo ahora rectora, si podría atender a su familia ¿cree que esto se lo hubieran preguntado a un hombre?

No sé hasta qué punto, que Marisa Tejedor fuera rectora cuando yo entré, me despertó la idea de que igualmente yo podía serlo, pudo ser uno de esos modelos de referencia. Evidentemente no hay una igualdad real entre hombres y mujeres, existe un techo de cristal, estamos trabajando para cambiarlo, pero ciertamente la pregunta de la familia a la que haces referencia quizás no se la hubieran hecho a un hombre.

Los alumnos de ahora serán los futuros, pero para ser investigadores hay que tener otras cualidades aparte de la capacidad de estudiar y aprobar exámenes. ¿El sistema educativo está preparado para captar estos perfiles?

Los profesores de las universidades públicas solo pueden ascender o promocionar a través de la investigación. Cuando eres investigador aprendes a investigar problemas, a pensar de una manera creativa, y todo esto el docente se lo trasmite a los alumnos. Cómo aportar nuevas soluciones o de qué manera debemos cambiar toda la pregunta si esta no funciona. Creo que, en la universidad pública, y particularmente en La Laguna se está preparando a los alumnos para afrontar esas profesiones que aún desconocemos porque se les está preparando para que sean alumnos innovadores.

En muchas ocasiones los investigadores de esta universidad se han quedado de la política "de café para todos" ¿cómo se puede recompensar a los que más hacen e incentivar a los que menos?

¿Cómo podemos incentivar a los que hacen? sencillamente facilitándoles su trabajo, quitándoles burocracia y sencillamente abriéndoles la puerta. Apoyarlos allí donde lo necesitan.

Los que menos hacen. Probablemente se han dado unas circunstancias que hayan hecho que no tengan el grupo donde hayan podido investigar. Debemos enseñarles a investigar, ponerlos en contacto con grupos relacionados e incentivar y tutorizar esa investigación.



Para eso hace falta financiación. Siempre lo he dicho, La Universidad de La Laguna es tan buena en investigación porque lleva muchos años haciéndolo. Una trayectoria que muestra no se hace de hoy para mañana, tenemos un histórico de conocimiento que nos permite avanzar mucho más rápidamente. Es hora si fuéramos una universidad nueva, no lo podemos permitir. Para evitarlo necesitamos tener una plantilla simultánea de docencia. La única solución, y ya llegamos tarde, es que nos dieran financiación para ir incorporando a nuevos profesores que vayan aprendiendo de nuestros maestros. La otra opción que hemos puesto sobre la mesa, y que creo que saldrá en breve, es que el maestro continúe un poco más de tiempo con nosotros con los contratos de méritos para que así puedan quedarse en la universidad tutorizando los jóvenes investigadores.

En los próximos años la ULL vivirá una jubilación masiva de investigadores y docentes ¿cómo abordará este relevo generacional?

Sabemos que tenemos que impartir una buena docencia y hacer una investigación de excelencia, y la hacemos. ¿Qué necesitamos? ser mucho más dinámicos, tenemos que quitarnos toda esa burocracia, todo ese mundo de usos y costumbres. Básicamente lo que tenemos que cambiar es nuestra forma de organizarnos y relacionarnos entre nosotros. Tenemos que ser mucho más transparente, porque solo cuando ponemos sobre la mesa las cosas vemos donde están los problemas y podremos resolverlos. También esta universidad debe ser más participativa, ya que solo podemos avanzar si todos y cada uno de los miembros de la comunidad remamos en la misma dirección. Porque si la Universidad de Laguna no avanza la sociedad canaria no avanza.

¿La ULL necesita unos retoques, unas correcciones, cambiar la afinación o un cambio de rumbo?

Con el trabajo de cada uno de los profesores, con el estudio de cada uno de los alumnos, están cambiando el mundo. ¿Qué más motivación que esa? Cada día que vienes al trabajo estás logrando hacer un mundo mejor, yo creo que es así y quiero lograr transmitirlo.

Después de treinta minutos de conversación es momento de dejar a la rectora que continúe con su trabajo, nos hacen señas de que la siguiente cita ya está esperando.

Tiene que convencer a mucha gente: 1200 profesores, 800 personas de personal de administración, 18.000 alumnos. ¿Cómo cómo se logra?

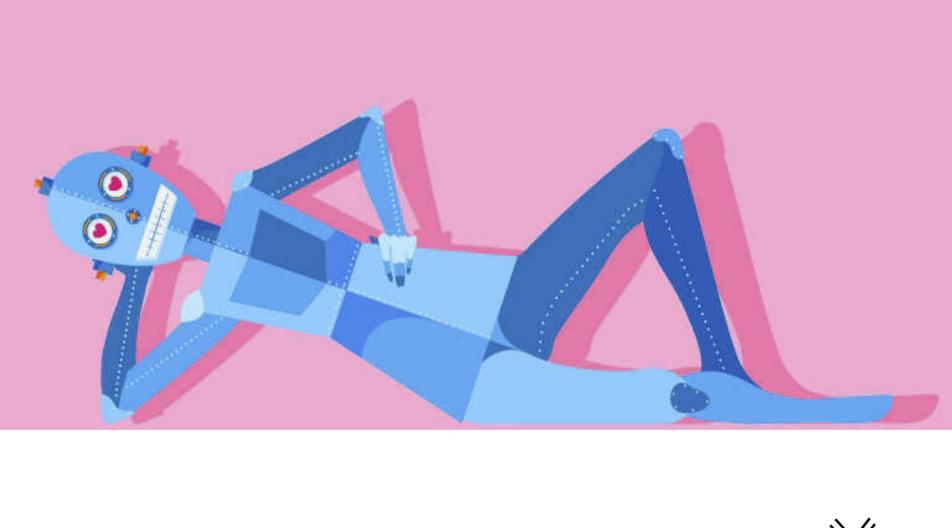
Con el trabajo de cada uno de los profesores, con el estudio de cada uno de los alumnos, están cambiando el mundo. ¿Qué más motivación que esa? Cada día que vienes al trabajo estás logrando hacer un mundo mejor, yo creo que es así y quiero lograr transmitirlo.



¿Cuánto de persona tiene un robot para el derecho?

AUTOR **ANDREA PADRÓN VILLALBA**

Alumna de doctorado (FPU17/02284)
Universidad de La Laguna



Cuando el rover Opportunity se encontraba explorando Marte, una tormenta de arena provocó la pérdida de comunicación con la NASA y sus responsables estuvieron ocho meses tratando de recuperar el contacto.

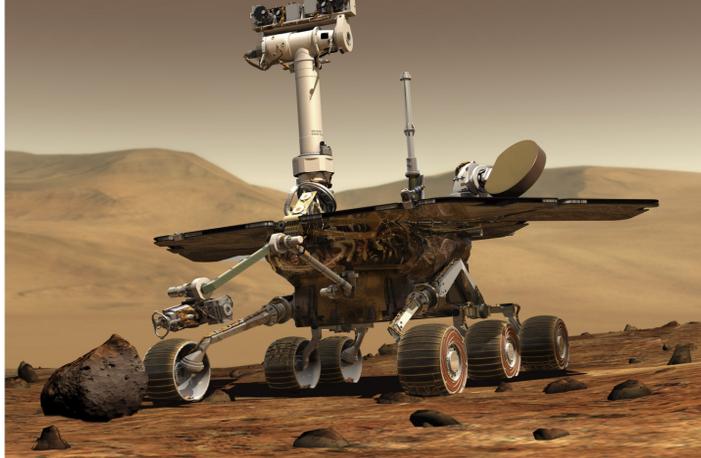
El principal motivo para querer, con tanto ímpetu, volver a ponerlo en operación es que había prestado importantes servicios a la misión. Pero, más allá de este interés, lo cierto es que los científicos e ingenieros... ¡le tenían cariño!: sorprendieron al mundo, tratando de provocar reacciones en el robot mediante una lista de canciones y, cuando ya fue evidente que no conseguirían respuesta, en los comunicados oficiales se emplearon palabras de elogio tales como «perseverancia» o «valentía».

Este fue el caldo de cultivo perfecto para que, cuando un periodista especializado en temas científicos publicó un tuit, en el que comentaba que la última información que la NASA había captado del robot fue «my battery is low and it's getting dark», los medios se hicieron eco de la noticia y las redes hirvieron con comentarios emotivos por la muerte tan poética de Opportunity. De poco sirvió que el reportero aclarara que era una frase que había utilizado para traducir de manera sencilla todos los informes de error que llegaban desde el rover antes de perder contacto: las «últimas palabras» de Opportunity ya habían calado y se habían convertido en un lema para honrarlo.

Y es que, como se constató, un gran número de personas está dispuesto a asumir con facilidad sentimientos y reacciones humanas en los robots. Por ello, teniendo en cuenta que previsiblemente nuestra relación con estas herramientas será cada vez más habitual, desde el ámbito jurídico surge la duda: ¿tendremos que reconocerles algún tipo de derechos y obligaciones?

La personalidad jurídica — es decir, la expresión que designa la capacidad para ser titular de derechos y obligaciones — es una de las mayores problemáticas de esta rama del conocimiento. Se trata de una cuestión esencial, pues determina quién es persona en términos jurídicos. Y, aunque en las últimas décadas parecía una cuestión más pacífica, los grandes avances en robótica y en inteligencia artificial han reabierto el debate.

Las principales preocupaciones en este ámbito han surgido al plantearse qué ocurre cuando entes portadores de inteligencia artificial y con cierta autonomía provocan daños o hieren a personas, como, por ejemplo, coches y drones sin piloto. Hasta el momento, las reglas vigentes en materia de responsabilidad civil han sabido detectar la culpa humana tras el fallo, sin cambios en la normativa. Ahora bien, el centro del debate está en la hipótesis de que la capacidad de tomar decisiones autónomas de los robots llegue a ser tan per-



Esta duda ha llevado a la Comisión Europea a proponer, como idea sobre la que reflexionar, la creación de «una personalidad jurídica específica para los robots, de forma que [...] puedan ser considerados personas electrónicas responsables de reparar los daños que puedan causar [...]».

La Unión Europea, a priori, no especifica qué derechos y obligaciones supondría esta personalidad, pero diversos autores han propuesto diferentes tesis: las más innovadoras consideran que estos robots autónomos constituirán una nueva categoría ontológica, entre las personas y las cosas, pero diferente a ambos. Sin embargo, alejados de esa tesis, la mayoría de los autores europeos que se han pronunciado han destacado que se trataría de un reconocimiento jurídico dirigido a derechos de naturaleza patrimonial.

El estudio de la evolución histórica del concepto de personalidad jurídica debería prevenirnos de cometer los mismos errores que en otras épocas y nos hace constatar que existen numerosas dudas que deberían despejarse con respecto a los robots, mucho antes de plantearnos una posible personalidad. Por poner un ejemplo, ¿es necesario un envoltorio físico para poder ser considerado responsable de un daño? Generalmente, se prima a aquellos entes que pueden actuar por ellos mismos en el mundo físico; sin embargo, teniendo en cuenta las prestaciones cada vez más avanzadas de, por ejemplo, los asistentes personales, ¿no podrán causar daños igualmente importantes, aunque no lo provoquen ellos directamente con su estructura? Por otro lado, algunos autores se preguntan si el verdadero motivo subyacente no es, en realidad, asegurarles a los fabricantes de robots que no se preocupen por las inversiones que hagan en este sector. Es decir, que la propuesta no esté motivada tanto por razones jurídicas de fondo, sino por cuestiones político-económicas. De hecho, esa es la postura que defienden abiertamente quienes argumentan que una regulación que busque la responsabilidad humana no solo desincentiva a los empresarios — chilling effect —, sino que supondría mayores trabas para la víctima a la hora de demandar.

Estos dos ejemplos, aunque señalados de manera muy resumida, son solo una muestra de por qué no deberíamos caer en el error de asumir que la ampliación del concepto de personalidad es una cuestión sencilla y la manera más eficiente de resolver las legítimas preocupaciones que surgen en torno a esta cuestión. Todo ello sin entrar en que especialistas en la materia ponen en duda que realmente la inteligencia artificial llegue a un punto de perfeccionamiento en el que no se pueda identificar la actuación humana.

Tenemos que ser muy cuidadosos con el uso del término 'persona' en un contexto jurídico, pues todo indica que una parte de la sociedad asumiría un reconocimiento de determinadas cualidades puramente humanas, sobre todo, teniendo en cuenta que parece que en un futuro los robots se emplearán para asumir roles de cuidadores, lo que puede provocar una fuerte carga emocional. De hecho, dos investigadores, Neil Richards y William Smart, ya le han puesto nombre a esta idea titulándola «la falacia del androide».

Para evitar caer en esa falacia, los estudiosos del derecho tenemos que intentar que el legislador entienda bien la naturaleza de estos desarrollos tecnológicos para no dejarse deslumbrar por sus espectaculares resultados, pero, sobre todo, que se fundamente en una argumentación filosófica sólida y coherente con todo el sistema, para asegurar soluciones a largo plazo que no provoquen confusión fuera del ámbito jurídico.



La gran sinfonía cerebral del lenguaje



AUTOR **MANUEL DE VEGA**
ILUSTRACIÓN **CARLA GARRIDO PUERTA**

*Departamento de Psicología Cognitiva, Social y Organizacional
Director del Instituto Universitario de Neurociencia Cognitiva
Universidad de La Laguna*

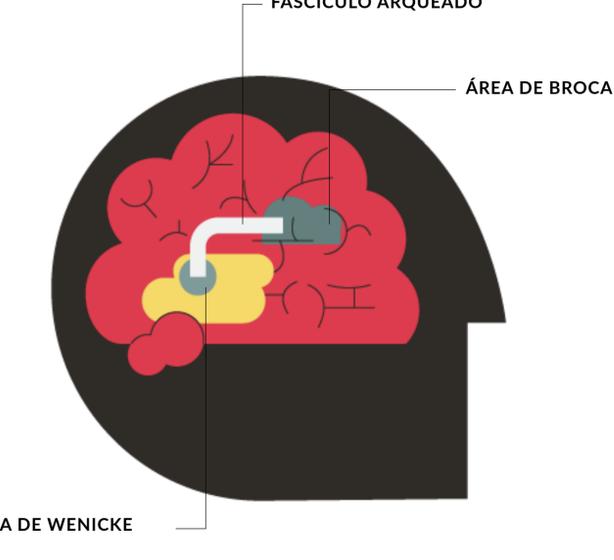
A mediados del siglo XIX, Paul Broca atendió a un paciente que sufría una alteración del lenguaje desde hacía años. Era conocido como Monsieur Tan porque aunque comprendía lo que le decían, su habla se limitaba a pronunciar la sílaba “tan”. Al fallecer Broca realizó su autopsia y descubrió una lesión en el lóbulo frontal izquierdo. Hizo público su hallazgo identificando esa región del cerebro como la responsable de la facultad del habla. Podemos imaginarnos la conmoción en la comunidad científica al demostrarse por primera vez que una función mental superior, tan característica de la especie humana, tenía una base neurológica. Poco después el alemán Carl Wernicke informó que los pacientes con lesiones en el lóbulo temporal, situado en el hemisferio izquierdo, sufrían también alteraciones del lenguaje pero, en este caso, en la comprensión de las palabras. Ambas regiones cerebrales se conocen como el área de Broca y el área de Wernicke en honor a sus descubridores. A finales del siglo XIX todo parecía muy claro; hay dos estructuras cerebrales, bien definidas, en el hemisferio izquierdo, responsables de la codificación y de la articulación del habla.

Ambas áreas están conectadas por un puente de sustancia blanca denominado fascículo arqueado, que conecta funcionalmente la comprensión y la producción del habla, de tal manera que las personas con lesiones en el fascículo arqueado tienen problemas para repetir las palabras que escuchan al no poder transferir la información desde Wernicke a Broca.

Investigaciones recientes han constatado que las áreas clásicas tienen un gran protagonismo en los procesos de codificación y articulación del habla. Pensemos en la lectura de una novela. Nuestra área de Wernicke codificará y reconocerá las palabras (como si las oyésemos en nuestra mente), y si leemos en voz alta, el área de Broca coordinará la acción de los músculos de la boca, lengua, laringe



y sistema respiratorio para articular las palabras. Pero esto no es toda la verdad. Comprender una novela requiere además la intervención de otras áreas cerebrales relacionadas con la representación del significado. Al leer hacemos una representación dinámica del mundo narrativo que incluye los escenarios, las relaciones espaciales entre los objetos, los eventos organizados en el tiempo y, sobre todo, los personajes, sus emociones, sus intenciones, metas, acciones, relaciones interpersonales, lo que saben y lo que ignoran en cada situación. En otras palabras, es como si simulásemos en nuestra cabeza una realidad virtual. Si registrarésemos la actividad cerebral durante la lectura podríamos comprobar que la corteza cerebral opera del mismo modo que cuando procesamos la experiencia real. Así, cuando leemos “el gato camina sobre el tejado” se activarían áreas responsables del procesamiento visual; “Juanita escuchó un bolero” activar el cerebro auditivo; “Arturo vio morir a su perro fiel” produciría actividad en los circuitos emocionales o “Juan ignora que María ha descubierto su afición al juego” el cerebro “mentalista” para



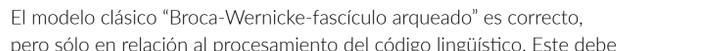
calcular quién sabe qué y las consecuencias de ello. Pero, más allá de la intuición ¿es esto cierto?

Se ha registrado la actividad cerebral mediante resonancia magnética funcional que nos permiten concluir que, en efecto, utilizamos regiones cerebrales específicas para procesar dimensiones diferentes del significado lingüístico. En caso de frases como “agarrar la pelota” se observa la activación de la corteza motora que controla los movimientos de las manos o al escuchar “lamer el helado” se activa el área motora de la mano. Estas activaciones se solapan con las que intervienen en la ejecución de las acciones reales.

A las mismas conclusiones llegamos de la observación de los pacientes con enfermedad de Parkinson, que tienen alterado su cerebro motor: muestran dificultades para comprender y nombrar verbos de acción, como “cortar”, “escribir” o “bailar”, lo que indica que el cerebro motor es necesario no sólo para programar y ejecutar movimientos, sino también para procesar el lenguaje de acción.

No todas las áreas relacionadas con el significado se activan simultáneamente, ni en todas las ocasiones. Si registrásemos en tiempo real la actividad cerebral durante la comprensión de una novela el registro sería parecido a las luces de una discoteca que se encienden y se apagan siguiendo una pauta compleja dependiendo de los contenidos concretos que se estén procesando. Si “tradujéramos” esos destellos en notas musicales tendríamos una gran sinfonía, parecida a la que produce diariamente, al manipular objetos, desplazarnos, interactuar con la gente o emocionarnos.

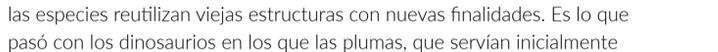
El modelo clásico “Broca-Wernicke-fascículo arqueado” es correcto, pero sólo en relación al procesamiento del código lingüístico. Este debe incluir otras regiones cerebrales responsables de codificar diferentes dimensiones del significado. Estas regiones se distribuyen en el cerebro y son multifuncionales. Sus funciones primitivas -que compartimos con otras especies- son la percepción, la programación y ejecución de mo-



vimientos, las emociones o los procesos psicosociales. Se aplica aquí el concepto de la exaptación: las funciones más recientes en la evolución de las especies reutilizan viejas estructuras con nuevas finalidades. Es lo que pasó con los dinosaurios en los que las plumas, que servían inicialmente como aislamiento térmico derivó en sus descendientes, las aves, en instrumentos para el vuelo. En los humanos, el lenguaje, una función biológicamente muy reciente, se reutilizan oportunísticamente viejas redes cerebrales para procesar (o singular) el significado.

La gran sinfonía del lenguaje no necesita director. El propio flujo del lenguaje determina qué regiones neurales se activan en cada momento, aunque se precisa regular la información y sobre todo resolver conflictos, como los que generan los significados alternativos de las palabras. Si leemos “Luisa estaba cansada y se sentó en un banco”, la palabra banco tiene, al menos, tres significados: mueble urbano, edificio financiero, bandada de peces. Todos ellos se activan inicialmente, pero al cabo de 200 milisegundos el significado apropiado permanece y los otros se inhiben.

La complejidad del lenguaje demanda una gran cantidad de recursos cerebrales. Una vez más el curioso mito según el cual sólo utilizamos un 10% de nuestro cerebro es se demuestra falso: en el lenguaje utilizamos todos nuestros recursos disponibles. ■



vimientos, las emociones o los procesos psicosociales. Se aplica aquí el concepto de la exaptación: las funciones más recientes en la evolución de las especies reutilizan viejas estructuras con nuevas finalidades. Es lo que pasó con los dinosaurios en los que las plumas, que servían inicialmente como aislamiento térmico derivó en sus descendientes, las aves, en instrumentos para el vuelo. En los humanos, el lenguaje, una función biológicamente muy reciente, se reutilizan oportunísticamente viejas redes cerebrales para procesar (o singular) el significado.

La gran sinfonía del lenguaje no necesita director. El propio flujo del lenguaje determina qué regiones neurales se activan en cada momento, aunque se precisa regular la información y sobre todo resolver conflictos, como los que generan los significados alternativos de las palabras. Si leemos “Luisa estaba cansada y se sentó en un banco”, la palabra banco tiene, al menos, tres significados: mueble urbano, edificio financiero, bandada de peces. Todos ellos se activan inicialmente, pero al cabo de 200 milisegundos el significado apropiado permanece y los otros se inhiben.

La complejidad del lenguaje demanda una gran cantidad de recursos cerebrales. Una vez más el curioso mito según el cual sólo utilizamos un 10% de nuestro cerebro es se demuestra falso: en el lenguaje utilizamos todos nuestros recursos disponibles. ■

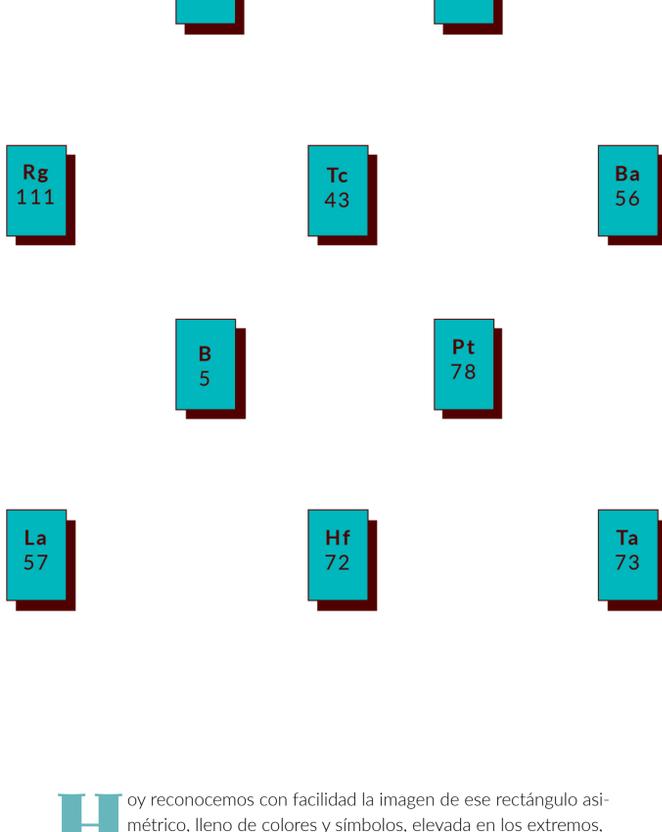
“El cerebro motor es necesario no sólo para programar y ejecutar movimientos, sino también para procesar el lenguaje de acción”



Mendeléyev y la Tabla Periódica de los Elementos: el hombre, su tiempo y su obra

AUTORA **MARÍA DEL MAR AFONSO RODRÍGUEZ**

Profesora de Química Orgánica
Decana de la Facultad de Ciencias.
Universidad de La Laguna



Hoy reconocemos con facilidad la imagen de ese rectángulo asimétrico, lleno de colores y símbolos, elevada en los extremos, con una meseta y una valle que conocemos como la Tabla Periódica de los Elementos Químicos. Se trata de un icono universal de la ciencia, la tecnología y de su lenguaje.

Si comparamos la representación actual de la Tabla Periódica con la presentada en 1869 por su autor, el químico ruso Dmitri Mendeléyev, nos encontramos con que, si bien tiene diferencias de aspecto, conceptualmente son idénticas: en ambos casos se identifican filas y columnas de elementos químicos dispuestos en orden creciente de número atómico que muestran, con una elegancia pocas veces igualada, sus relaciones periódicas.

Entre el 3 y el 5 de septiembre de 1860 tuvo lugar en la ciudad barroca de Karlsruhe (Alemania) la primera conferencia internacional de química del mundo, preludio de lo que hoy es la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada fundada en 1919. Ciento cuarenta químicos (y muy pocas mujeres) de doce países —entre los cuales se encontraba el doctor en Farmacia y catedrático de Química español Ramón Torres Muñoz de Luna— se reunieron para consensuar y definir qué era un átomo, qué una molécula y proponer un sistema unificado para nombrar y clasificar los compuestos químicos. Los impulsores de este congreso, los alemanes August Kekulé, Karl Weltzien y el francés Adolphe Würtz eran hijos de su tiempo. Científicos que, en virtud de su prestigio por los logros teóricos y sus contribuciones a la ciencia, ocuparon prestigiosas cátedras universitarias patrocinadas por el estado. Tras las revoluciones liberales de 1848, muchos países de Europa, liberados por fin del yugo absolutista y con una pujante burguesía, gozaban de gobiernos que financiaban y alentaban la revolución tecnológica, la expansión de la industria, del comercio y de la economía urbana.

El encuentro en Karlsruhe, fue un buen ejemplo de estos nuevos aires. Atomistas y equivalentistas discutían entre sí, mientras cincuenta y nueve elementos químicos esperaban sobre la mesa para ser clasificados. Acudieron también a la cita el italiano Stanislao Cannizzaro y Dmitri Mendeléyev. Dmitri Mendeléyev fue una persona que tuvo que sobreponerse a las duras condiciones sociales y políticas que le tocó vivir y capaz, a pesar de todo ello, de convertirse en un científico de relevancia mundial; importancia que sigue teniendo más de un siglo después. Nació en Siberia en 1834, el menor de diecisiete hermanos, el que llegaría ser un insigne químico, vivió sus años de formación durante el reinado del zar Nicolás I, un esforzado autócrata que persiguió con dureza cualquier atisbo liberal y que bloqueó cuanto pudo todos los adelantos de la Revolución Industrial occidental.



HISTORIA DE LA TABLA PERIÓDICA

 **PULSA SOBRE LAS BARRAS PARA HACER UN RECORRIDO HISTÓRICO POR LA TABLA PERIÓDICA**

H 1																	He 2
Li 3	Be 4											B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10
Na 11	Mg 12											Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18
K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36
Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54
Cs 55	Ba 56	La 57	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86
Fr 87	Ra 88	Ac 89	Rf 104	Db 105	Sg 106	Bh 107	Hs 108	Mt 109	Ds 110	Rg 111	Cn 112	Nh 113	Fl 114	Mc 115	Lv 116	Ts 117	Og 118
		Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71		
		Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103		



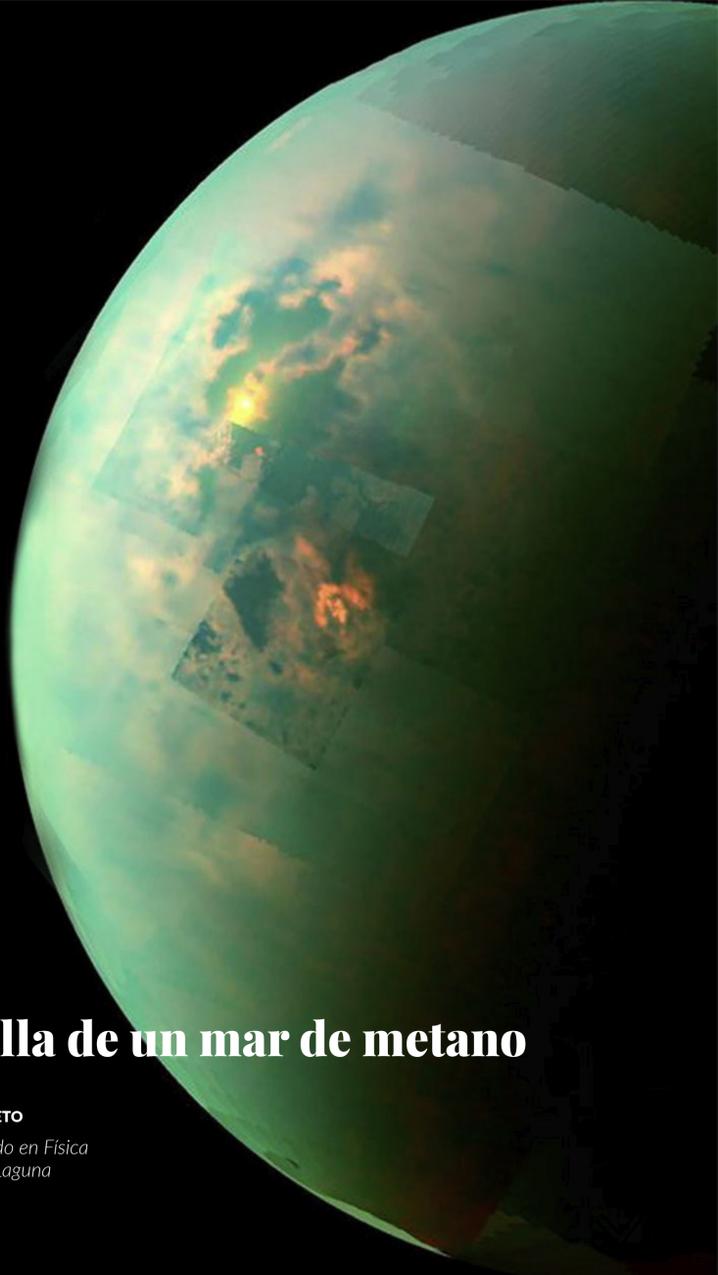
Pese a todo, Mendeléyev se convirtió en una personalidad del renacimiento ruso; de ideas liberales, fue uno de los grandes promotores del desarrollo científico en la agricultura, la ganadería, la industria o la educación. Por su parte Cannizzaro acababa de publicar el artículo *Sunto di un corso di Filosofia chimica* (1858). Basándose en la hipótesis de Amedeo Avogadro formulada cincuenta años atrás, propuso la distinción entre los conceptos de peso molecular y peso atómico, y por tanto entre átomo y molécula. Los postulados del italiano causaron una honda impresión entre los químicos de Karlsruhe y desde luego en Mendeléyev. Tras el congreso, surgieron distintas propuestas sobre la organización de los elementos basadas en sus pesos atómicos crecientes. De entre estas, la de Mendeléyev se acabó imponiendo, no por ser la primera, pero sí por ser la más ingeniosa y útil. Diseñó una «estantería» donde se almacenaban los elementos que tuvieran propiedades físicas y químicas semejantes en orden creciente de su peso atómico, pero además dejó huecos, anticipándose así al descubrimiento de nuevos elementos todavía desconocidos como el galio, el germanio o el escandio; a los que fue capaz de atribuirles con acierto predicciones físicas y químicas concretas. Aunque no todas, muchas de sus predicciones se fueron confirmando en los años siguientes y aquella «estantería», nuestra Tabla Periódica de los Elementos Químicos, fue determinante para los avances experimentados por la Química y sus aplicaciones industriales en el siglo XX.

Mendeléyev no pudo, sin embargo, predecir la existencia de los gases nobles. Estos se descubrieron a finales del XIX y no se había reservado espacio para ellos en su tabla. Agradeciendo a los trabajos de William Ramsay y lord Rayleigh, Mendeléyev aceptó incluir estos gases nobles como un «grupo cero» en su clasificación de los elementos. Posteriormente, el descubrimiento de los rayos X, el aislamiento de los primeros elementos radiactivos, del electrón, la publicación de los primeros modelos nucleares y el descubrimiento de los isótopos hizo que la propuesta clasificatoria del químico ruso pareciera que se tambaleara. Peo en 1913 el investigador Henry Moseley constató que existía una relación entre el número atómico de un elemento (el número de protones en el núcleo y de electrones de la corteza de cada átomo) y la frecuencia de los rayos X que emite al ser bombardeado con rayos catódicos. Había demostrado el concepto de número atómico y se podía así establecer la ley periódica de los elementos en función de los números atómicos y sus configuraciones electrónicas. Este descubrimiento resolvió las discordancias observadas en la tabla de Mendeléyev y la consagró definitivamente.

Ciento cincuenta años después la presentación de la Tabla Periódica de los Elementos, parece estar completa. El elemento 113 (Nh, nihonio); el 115 (Mc, moscovio); el 117 (Ts, tenesio); y el 118 (Og, oganesón) han completado la séptima fila. Ningún elemento ocupa la octava fila, pero no hay razón para suponer que no puedan sumarse nuevos elementos. De hecho las predicciones teóricas indican que la síntesis de los elementos 119 y 120 será una realidad en los próximos años. Pero ambos ya tienen su sitio reservado, en función precisamente de sus propiedades químicas y atómicas. En realidad, no se conocen al detalle las propiedades de todos los elementos pesados dispuestos en la tabla, pero existen cálculos teóricos que apoyan con firmeza su ubicación.

A punto de finalizar 2019, declarada por las Naciones Unidas como Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos, la extraordinaria aportación de Mendeléyev, podemos concluir que la versión actual, en su formato corto de 18 columnas o en el largo de 32 —todavía quedan flecos por determinar—, sigue viva y en evolución. ■





A la orilla de un mar de metano

AUTORA DANIEL PRIETO

Estudiante del Grado en Física
Universidad de La Laguna

“Bajo su gruesa atmósfera se esconden grandes acumulaciones de metano y etano en estado líquido, formando ríos, mares y lagos que ocupan grandes extensiones de ese mundo.”

Un lugar frío, inhóspito, donde el cielo está cubierto por una espesa neblina. A nuestros pies, un mar de hidrocarburos. Estamos en Titán, la mayor luna de Saturno y la segunda del Sistema Solar. Un satélite más grande que Mercurio y el único con una atmósfera relativamente importante. Se trata de un mundo de roca y hielo que acompaña al señor de los anillos en su viaje alrededor del Sol, un mundo que guarda multitud de secretos, de los cuales algunos desvelaremos a continuación.

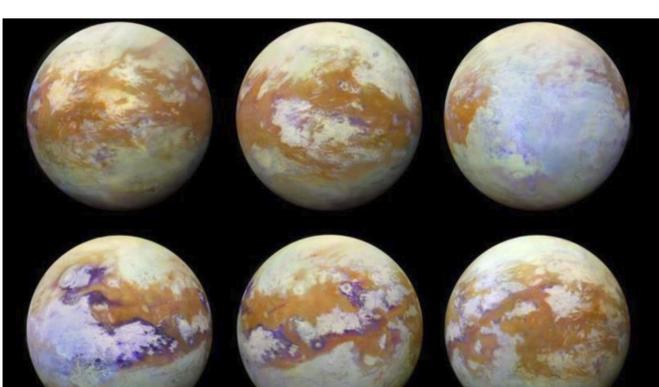
De Saturno se conocen, a día de hoy, 82 lunas, 20 de las cuales se acaban de descubrir. Estos satélites pueden ser esféricos e irregulares. La mayoría de los irregulares son asteroides que se acercaron demasiado al planeta y acabaron capturados por este, pasando a formar parte de su sistema. Es el caso de Febe, un centauro (cuerpo rocoso-helado que orbita en el exterior del Sistema Solar) que, en su camino al Sol, acabó como luna de Saturno. Por otro lado, los satélites esféricos tienen masa suficiente para alcanzar el equilibrio hidrostático, es decir, para adoptar la forma redondeada tan característica de planetas y lunas. Algunos ejemplos son Encélado, Mimas, Rea, Dione o Titán. Casi todos los cuerpos de este tipo guardan una proporción muy similar de hielo y roca (50%-50%), mundos helados de baja densidad muy parecidos entre sí.

Sin embargo, si observamos con más cuidado, Titán se distingue bastante del resto. Mientras que casi todos los cuerpos poseen una superficie relativamente aburrida, la de Titán es de las más interesantes del Sistema Solar. Bajo su gruesa atmósfera se esconden grandes acumulaciones de metano y etano en estado líquido, formando ríos, mares y lagos que ocupan grandes extensiones de ese mundo. Todo esto lo sabemos gracias a los datos aportados por la sonda Cassini y el módulo de exploración Huygens, que llegaron a Saturno en 2004. Menos de seis meses después, Huygens aterrizaba sobre la superficie de Titán, aportando, en su descenso, multitud de datos e imágenes. Por ejemplo, las fotografías de una región montañosa y una llanura llena de guijarros que muestran con claridad los efectos de la erosión producida por las masas líquidas del satélite.

La batería del módulo, una vez alcanzó la superficie, sólo duró una media hora, tiempo durante el cual suministró información muy interesante acerca de este mundo. Sin embargo, no se acabaron aquí las sorpresas: la sonda Cassini, en posteriores acercamientos a Titán realizados durante sus casi trece años de misión mostró, gracias al radar que llevaba incorporado, otros secretos de la superficie, secretos que, con la luz visible, eran imposible de detectar a causa de la gruesa atmósfera que cubre al satélite.

Esta atmósfera está formada por un 95% de nitrógeno y un 5% de metano. Por otro lado, a pesar de que la existencia de Titán es conocida desde 1665, su atmósfera no fue descubierta hasta 1907 gracias al astrónomo español Josep Comas i Solà, observación confirmada en 1944 por el holandés Gerard Kuiper gracias a la detección de metano mediante espectroscopía. Más adelante, en el año 2006, investigadores de la Universidad del País Vasco realizaron un minucioso estudio sobre las nubes de metano que se forman en el cielo de Titán. Encontraron que estas nubes, cuando se dan las condiciones propicias de humedad y temperatura, precipitan el hidrocarburo en forma de lluvia y tormentas intensas. Dichas lluvias acaban alimentando a los ríos, mares y lagos con el compuesto, compuesto que luego vuelve a formar nubes mediante evaporación. Efectivamente, en Titán encontramos no un ciclo del agua sino de metano, el único lugar del Sistema Solar, aparte de la Tierra, donde se da este fenómeno. Pero las nubes de metano no son lo único que se ha detectado en esta atmósfera. Gracias a los datos aportados por la misión Cassini-Huygens se han encontrado moléculas orgánicas complejas como hidrocarburos aromáticos policíclicos (IAA-CSIC, 2013) o acrilonitrilos (NASA, 2017). La existencia de estas moléculas da pie a pensar en que es posible encontrar compuestos aún más complejos y quién sabe si vida, aunque esa es ya otra historia. Es cierto que la atmósfera de Titán es muy parecida a la que tuvo la Tierra primitiva, pero las temperaturas son demasiado bajas para el desarrollo de organismos complejos. A pesar de ello, no se descarta que esta luna de Saturno acabe siendo, a largo plazo, apta para la vida.

En aproximadamente cinco mil millones de años nuestro Sol aumentará de tamaño y alcanzará, como mínimo, la órbita de Venus. Esto provocará que los planetas gaseosos tengan temperaturas más altas, y lo mismo ocurrirá con sus lunas. En Titán, al igual que en el resto de lunas heladas, el hielo que forma gran parte de su corteza se fundirá, creando grandes océanos que cubrirán su superficie. Este ambiente será similar al de la Tierra, convirtiendo al satélite en un lugar mucho más apto para el desarrollo de la vida tal y como la conocemos. Aun así, Titán todavía guarda muchos secretos, sólo conocemos la punta del gigante iceberg que es.





José de Viera y Clavijo y la evolución

AUTOR **MANUEL DE PAZ SÁNCHEZ**

Universidad de La Laguna

El siglo XVIII fue, en no pocos sentidos, un siglo especialmente interesante, contradictorio y peculiar. Se hicieron grandes descubrimientos científicos o, más bien, se sentaron las bases que permitieron conquistarlos a partir de la siguiente centuria. Se puede afirmar con Vincenzo Ferrone que en el siglo XVII comenzó a perfilarse la ciencia, pero aún no el científico, mientras que en el XVIII, el denominado propiamente Siglo de las Luces, se producirá el protagonismo de ambos, de la ciencia y del científico como sujeto social e histórico. En Francia, gracias al esfuerzo institucional durante el reinado de Luis XIV, la ciencia y los científicos adquirieron un protagonismo que colocó al país a la vanguardia del conocimiento. Se reconoció a un tipo de "savant", de sabio o intelectual al servicio del Estado, que encontró en las academias no sólo un espacio de estudio y de potenciación del saber, sino, además, una esfera de reconocimiento del trabajo y del éxito personal y profesional.

El intelectual del siglo XVIII se caracteriza por su interés en todas las ramas del saber. Un caso paradigmático es Georges-Louis Leclerc (1707-1788), conde de Buffon. Comenzó por estudiar la carrera de Derecho, pero se interesó enseguida por las Matemáticas, para iniciar después estudios de Medicina, que tuvo que abandonar. En 1734 fue designado miembro adjunto de la Sección de Mecánica de la Academia de Ciencias de París, al tiempo que realizó trabajos sobre silvicultura. En la Academia no tardó en pasar de la Mecánica a la Botánica, lo que no le impidió redactar en la siguiente década numerosos ensayos de Matemáticas, Óptica e Historia Natural. Justamente, la obra que le consagró, y a la que dedicó la mayor parte de su vida, fue su *Histoire naturelle, générale et particulière* que, como sostienen la mayor parte de los historiadores de la ciencia, le convierte en uno de los científicos más brillantes de la Ilustración francesa y en el "más grande naturalista de la segunda mitad del siglo XVIII". Buffon ha sido calificado como un "transformista" o "evolucionista tibio". Jacques Roger, uno de sus biógrafos, no dudó en señalar que, en cualquier caso, contribuyó más que nadie en el Siglo de las Luces a sentar las bases de las teorías evolucionistas del siglo XIX, pero –añade–, lo mismo que para Rousseau la historia de la humanidad es la de una decadencia, para Buffon, la historia de la vida es la de una degeneración.

Dos miembros del linaje canario de los Clavijo están vinculados, en el ámbito científico, a este naturalista francés del siglo XVIII. Es el caso del primo de José de Viera y Clavijo, el lanzaroteño José Clavijo y Fajardo, que tradujo al castellano, y anotó con todo rigor, la *Historia natural, general y particular* del conde de Buffon. Y el propio José Viera y Clavijo, prototipo en todos los órdenes del sabio ilustrado de origen canario durante esta apasionante época. A Viera pudo influirle también Voltaire, no lo dudo, pero no en este ámbito, ya que el desterrado de Ferney era, como subrayan Nelson Papavero y otros estudiosos de la historia de la biología, "el archienemigo de los fósiles" en el siglo XVIII, al tratarse de un deísta y un "fijista" o creacionista convencido.

En la década de 1760, un Viera de apenas 32 años, miembro de la Tertulia de Nava, esbozó en sus *Ensayos sobre la Historia Natural y Civil de las Yslas Canarias*, algunas ideas en línea con el pensamiento del conde de Buffon y su demostrado interés por los fósiles. Ideas que constituyen una de las piedras angulares de la Teoría de la Evolución. Así lo apunta David Young en su didáctico y ameno libro sobre el descubrimiento de la evolución, al subrayar que fue la presencia de los fósiles incrustados en rocas, el "descubrimiento que destapó la historia de la vida".

Cómo es posible que un joven clérigo del siglo XVIII, que probablemente eligió la carrera eclesiástica para dedicarse al estudio de las ciencias y de la historia, pudo conectarse con la vanguardia intelectual europea? Viera no tuvo mayores dificultades para aficionarse a la lectura de la obra capital de Buffon. En la biblioteca del marqués de Villanueva del Prado se custodiaban ejemplares de la primera edición de la *Histoire naturelle*, se comenzó a publicarse en París en 1749. El futuro arcediano Viera y Clavijo le cita y, desde luego, le utiliza más de lo que reconoce en su *Historia de Canarias*. Pero, además, influido por esta misma corriente de pensamiento, se dedicó personalmente a buscar fósiles en Candelaria y en las caleras de la Rambla. Allí encontró "burgaos" (*Phorcus spp.*), esqueletos de peces, conchas y caracoles marinos fosilizados; pero, además, habló con los "minadores" de ambos yacimientos que le informaron sobre la frecuencia de este tipo de hallazgos. De ahí que el polígrafo escriba: "este sitio puede pasar por nuestro pequeño Herculáneo y proveer de varias curiosidades nuestros gabinetes", en evidente alusión al redescubrimiento de Pompeya y Herculano, emblemas, justamente bajo Carlos de Nápoles, el futuro Carlos III de España, de la arqueología heroica durante la época de la Ilustración.

Pero, además de las influencias de Buffon y de Rousseau, también Viera recibió, mediante sus contactos y lecturas, las de otros sabios europeos de enorme relevancia como serían Robertson, Turgot, Maupertuis, Charles Bonnet, Vico, Pauw o Montesquieu, lo que le llevó a adquirir una visión personal y, a veces, irónica de la teoría, entonces en boga, de la degeneración de las especies, incluido el propio ser humano. Pero esta, es otra historia. ■

