

UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

**La interpretación filosófica de la imagen
científica del mundo**

Autor: Perdomo Reyes, Inmaculada

Director: Jesús Sánchez Navarro

**Departamento de Historia y Filosofía de la Ciencia,
la Educación y el Lenguaje**

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN: Las interpretaciones filosóficas de la ciencia

Capítulo I: De la tragedia de la Concepción Heredada a la nueva Filosofía de la Ciencia.

PRIMERA PARTE

Capítulo II: La Concepción Estructuralista de las teorías científicas.

1. Los orígenes del Estructuralismo.
2. La identidad de las teorías.
 - 2.1 La identidad formal.
 - 2.2 La identidad semántica
3. La T-teoricidad
4. La estructura interna de las teorías.
 - 4.1 Redes teóricas.
5. La identificación de la estructura diacrónica de las teorías.
6. La evolución diacrónica.
 - 6.1 El descubrimiento de nuevas aplicaciones
 - 6.2 La introducción de leyes especiales
 - 6.3 La cinemática normal de una teoría
7. La evolución guiada por paradigmas.
8. Las relaciones interteóricas globales.
 - 8.1 Los enlaces interteóricos.
 - 8.2 La relación de reducción.
9. El cambio interteórico. Reinterpretando las Revoluciones Científicas.

Capítulo III: La Concepción Semántica de las teorías científicas.

1. Los orígenes de la Concepción Semántica de las teorías
2. Fundamentos básicos.
 - 2.1 Formalización de las teorías.
 - 2.2 La distinción observable-inobservable.
3. La reconstrucción de las teorías.

4. La definición teórica y la hipótesis teórica. El lenguaje semi-interpretado.
5. Constructivismo y sistemas físicos
6. Las leyes: su función y representación.
7. Realismo y empirismo constructivos.

Capítulo IV: Algunos puntos de comparación entre las Concepciones Estructuralista y Semántica de las teorías científicas.

1. Axiomatización informal o Formalización.
2. La opción por los pares dicotómicos: conceptos teóricos-no teóricos y entidades observables-inobservables.
3. Presentación extensional o intensional de los modelos y aplicaciones.
4. Rendimiento teórico o interpretativo: la evolución histórica de las teorías y los procesos de idealización de los fenómenos.

SEGUNDA PARTE

Capítulo V: El debate realismo-empirismo

1. Una “receta para el desastre”.
2. El realismo evolucionista.
3. El naturalismo de C. A. Hooker.
4. El realismo constructivo, perspectivista y naturalizado de R. Giere.

Capítulo VI: Lo que el empirismo es y lo que no es.

1. La tradición filosófica empirista.
2. Los límites de la experiencia y la teoría pragmática de la observación.
 - 2.1. Observación y Teoría.
 - 2.2. Observar y Observar que.
 - 2.3. Los informes de observación
 - 2.4. La construcción de las “Apariencias”
3. Salvando las “apariencias” con la mecánica cuántica. Un ejemplo de aplicación de los conceptos de van Fraassen.
4. Contra el dogmatismo y los “excesos de metafísica”. El empirismo como actitud.

Capítulo VII: Un mundo y una ciencia sin leyes.

1. ¿Qué son las leyes?
2. Universalidad y Necesidad: la garantía de la existencia de las leyes.
3. Regularistas y Necesitaristas.

- 3.1 La definición de ley de David Lewis.
- 3.2 Sobre la pluralidad de los mundos.
- 3.3. El acceso entre los mundos
- 3.4.Las leyes como relaciones entre Universales.
- 4. Leyes y Explicación.
- 5. Las leyes como principios de los modelos.
 - 5.1 Las leyes y el espacio de estados
 - 5.2 El carácter probabilístico o determinista de las leyes.
- 6. El rol de la simetría en la construcción de modelos y teorías.
 - 6.1 Construcción de teorías y simetrías.
 - 6.2 Las leyes como principios-guía de la construcción de modelos en la ciencia moderna.
 - 6.3 Simetrías y realidad.
 - 6.4 ¿Y la causalidad?.

Capítulo VIII: La actividad científica como práctica interventora e interpretativa del mundo.

- 1. La idea de representación y el modelo del mapa
- 2. Las interpretaciones de la representación.
- 3. La interpretación filosófica de la actividad científica.
- 4. La práctica interventora: Idealización, Experimentación y Tecnología.

TERCERA PARTE

Capítulo IX: Las bases de la aceptación de las teorías: Compromisos, Explicación, Pragmatismo y Racionalidad mínima e instrumental.

- 1. Aceptación y creencia.
- 2. Los “riesgos epistémicos del juego realista”.
 - 2.1 La inferencia de la mejor explicación.
 - 2.2 La confianza en la confirmación de la teoría por la evidencia.
- 3. La relativización de la aceptación a los contextos históricos de decisión científica.
- 4. Sobre la justificación de las reglas de decisión: el caso del descubrimiento de la estructura del ADN.
- 5. La explicación como el “summun bonum” de la actividad científica y como base de la creencia en la verdad de las teorías.
 - 5.1 El modelo clásico.
 - 5.2 El modelo de relevancia estadística.
 - 5.2.1. Procesos.

5.2.2.Causalidad.

5.3 Teoría pragmática de la explicación.

6. La deuda con el Pragmatismo.

7. Racionalidad mínima e instrumental

7.1. Probabilismo no bayesiano.

7.2. Voluntarismo.

Capítulo X: Conclusiones: Los elementos para una Filosofía de la
Ciencia empirista constructivista y contextual.

1. Evaluando las perspectivas y filiaciones naturalistas.
2. El diálogo filosófico: interpretación y evaluación
3. El estilo de van Fraassen: la actitud empirista.
4. El empirismo constructivista y el empirismo contextual

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN

Las interpretaciones filosóficas de la ciencia.

La filosofía de la ciencia construye *marcos interpretativos* filosóficos que nos permiten entender esos *marcos interpretativos* de la realidad que llamamos ‘teorías científicas’. Así define U. Moulines¹ la empresa de la filosofía de la ciencia. Sugiere que, ante todo, el concepto de interpretación surge a partir de una insatisfacción profunda con la dicotomía ‘descriptivo/prescriptivo’, la cual abocaba a la filosofía de la ciencia a una tarea descriptiva de los contenidos de la ciencia, o bien al diseño y justificación de un conjunto de normas que todo científico debía seguir si es que quería emular la tarea exitosa de sus antecesores. Ni una ni otra faceta hacen justicia a la riqueza de matices que pueden ser introducidos para definir algunas características del análisis filosófico de la ciencia. La interpretación, constituye una *categoría semántica autónoma*², que no se reduce a la descripción o a la prescripción. Una misma descripción puede sugerir diferentes interpretaciones plausibles. Del mismo modo la actividad normativa puede ser sometida a la interpretación resultando diferentes explicaciones de ella. En cualquier caso, nos estamos refiriendo siempre a una faceta reflexiva, de segundo orden, que es propia de la filosofía. Ahora bien, cuál es el método adecuado para acometer tal tarea, es el interrogante básico a responder. La concepción estructuralista diseñada por Sneed, Stegmüller, Balzer y

¹ U. Moulines (1995), 110. Tema que había introducido en U. Moulines (1982), 40 y ss., definiendo intuitivamente la interpretación “de cierto dominio de objetos de conocimiento como la incrustación en este dominio de un aparato conceptual” que nos permite reconstruirlo. La idea es desarrollada en U. Moulines (1991a), 50 y ss., definiéndola ahora como “una propuesta de contemplar un determinado dominio de la experiencia de una manera específica”, lo cual vale para las teorías científicas y para la filosofía moderna de la ciencia.

² U. Moulines (1995), 112.

Moulines y la concepción semántica desarrollada por van Fraassen, Suppe y Giere, fundamentalmente, constituyen el enfoque estructural y semántico que caracteriza a la nueva filosofía de la ciencia que será analizada en estas páginas.

En lo que sigue, veremos que la opción estructuralista es una opción claramente formalista, que si bien ha roto con la estrechez de la lógica como instrumento para captar la riqueza de los elementos de una teoría empírica, no renuncia al ideal formalista acudiendo a la teoría matemática de conjuntos. Desde este punto de vista, los estructuralistas han definido que la tarea propia de la filosofía de la ciencia es la de generar una *gramática*³ de la ciencia, la de ofrecer un modelo de interpretación teórica, un armazón conceptual.

En gran medida la relación del enfoque estructuralista con su objeto de estudio, una teoría empírica, es la misma que mantiene ésta con su objeto de investigación, la cual, en rigor, no consiste en una descripción y explicación de los hechos, sino en una *visión de las cosas*⁴, en una propuesta para contemplar unos fenómenos de cierta manera, aquella expresada en la teoría.

Este enfoque es muy similar al ofrecido por Bas C. van Fraassen, quien delinea un paralelismo entre la interpretación filosófica y la acometida por las artes⁵. La ciencia elaboraría unas propuestas de representación bajo nuevas luces del objeto representado, donde las representaciones alternativas y diferentes no implican arbitrariedad sino atención o puesta en relieve de aspectos diferentes del mismo objeto. Esta idea es expresada a través del análisis de la diferencia existente entre ‘representación de’ y ‘representación como’ y puede hablarse incluso, con sentido, de estilos interpretativos en la filosofía de la ciencia y de la faceta creativa e inventiva de recursos representacionales para iluminar aspectos o matices no vistos bajo perspectivas alternativas.

³ Ibid, 117.

⁴ U. Moulines, (1991a): 66

⁵ van Fraassen y Jill Sigman,(1993), y van Fraassen, (1994b)

Como desarrollaremos en la Primera Parte de este estudio, la concepción estructuralista desde este concepto de interpretación como generación de una gramática de la ciencia o armazón conceptual estructuralismo, no se compromete, sin embargo, con una visión determinada sobre la ciencia, visión que llevaría implícita una actitud determinada hacia ella como actividad que es, hacia su valor, hacia las condiciones de aceptabilidad y las posibilidades de éxito de sus productos teóricos, etc. Ofrece, desde la aparente neutralidad, una gramática de la ciencia, unos recursos reconstructivos de la estructura sincrónica y diacrónica de la ciencia, sin comprometerse con una visión determinada de la ciencia en nombre de la pluralidad.

De hecho, los estructuralistas reconocen⁶ gran parte de esta carencia que impide valorar y analizar uno de los aspectos más importantes de la empresa científica, la actividad científica misma y los compromisos de los científicos, más allá del análisis de los productos finales, las teorías científicas ya acabadas y aceptadas y cómo se agrupan ofreciendo una imagen global de la ciencia. Por tanto, no se dice nada acerca de cómo se elaboran, nada acerca de los procesos de idealización, del rol de la experimentación en la construcción teórica, nada acerca de las controversias científicas, ni si éstas se resuelven cuanto antes o sugieren nuevas vías para la imaginación y creatividad científicas, nada, finalmente de cómo se aceptan las teorías científicas para continuar el diálogo con la naturaleza. El concepto de interpretación diseñado parece prometer más de lo que realmente ofrece, si el resultado es, como veremos, sólo una visión altamente formalizada de la estructura de las teorías científicas.

Adoptar un realismo o un empirismo, como veremos a continuación, compromete al filósofo con un estilo interpretativo determinado, pero no aceptar tal compromiso no significa mayor amplitud de miras o posibilidad de situarse en

⁶ Así, el objetivo del texto estructuralista de 1996 (Balzer, Moulines, 1996) es solventar dichas carencias tratando de expandir el análisis a ámbitos o tópicos clásicos de la filosofía de la ciencia y cuya ausencia en los textos estructuralistas era muy visible. Ofrece, por ejemplo, un concepto de explicación, o confirmación, si bien a nuestro juicio no incorpora matices nuevos, sino que se les sitúa en el formalismo por lo que el resultado es el manejo de unos conceptos de explicación o confirmación muy clásicos.

el pluralismo, ya que no comprometerse significa dejar de teorizar. El realismo científico y el empirismo constructivista, como entiende van Fraassen, no son epistemologías sino visiones sobre lo que es la ciencia⁷, ambas la caracterizan como una actividad con un objetivo, con unos criterios de éxito, etc. Y tales visiones van acompañadas de diferentes actitudes hacia la ciencia, hacia su valor y hacia las condiciones de aceptación.

Coincidiremos con los estructuralistas en que ni el relativismo, ni el realismo, por muy matizado y liberal que sea⁸, hacen justicia al cúmulo de preguntas que se derivan de un análisis concienzudo de la práctica científica y del significado de los compromisos de los miembros de una comunidad científica. El propio estilo interpretativo de ambas visiones sobre la ciencia aparece claramente sesgado y cargado teóricamente proyectando sobre nuestro objeto de análisis y comprensión tópicos profundamente arraigados en imágenes tradicionales de la ciencia, unas aliadas con orientaciones ‘metafísicas’, otras excesivamente consecuentes con la definición de la práctica científica como contextual e históricamente condicionada promocionando un relativismo excesivo.

La definición de la filosofía de la ciencia como tarea interpretativa de la actividad científica supone abordarla desde una actitud crítica y en gran medida emuladora de la propia práctica científica. Si bien ‘actitud crítica’ empieza a convertirse en una expresión vacua fruto de su excesiva generalización⁹, trataremos de definir tal actitud asociada a la visión empirista de la ciencia, un empirismo totalmente renovado, alejado del encapsulamiento formal que lo revestía en los años cuarenta a setenta y acorde con las características constructivas de la actividad científica.

⁷ van Fraassen (1998), 213

⁸ Me refiero fundamentalmente a los realismos naturalizados, perspectivistas y evolucionistas de R. Giere,(1999) y C. Hooker, (1995), y los realismos mínimos o de entidades de I. Hacking, (1983) o N. Cartwright (1999).

⁹ U. Moulines había propuesto sustituir ‘crítica’ por ‘promoción de incertidumbre generalizada’ debido, precisamente, a la vacuidad del primer concepto debido a su uso generalizado y pérdida de sus rasgos definitorios: claridad conceptual, rigor argumentativo y reflexión distanciada. (U. Moulines, 1991 a, 43)

Para diseñar un nuevo empirismo, van Fraassen deberá resistir el relativismo al que, al parecer sin remedio, se abocan todos los intentos por anclar el conocimiento a la experiencia después de Kuhn y Feyerabend. La experiencia parece haberse perdido desde el momento en que se pierde toda esperanza de ofrecer una fundamentación epistémica. La ‘infección teórica’ supone que no pueden existir los juicios neutrales y epistémicamente seguros y por tanto, no hay fundamento para la creencia racional. Según van Fraassen, la mayoría de los filósofos de la ciencia después de sufrir el vértigo de la desaparición de la posibilidad de la fundamentación, han abrazado el relativismo como la única posición coherente y, por lo tanto, es crucial para el empirismo “mostrar que no es necesario deslizarse hacia abajo por tan resbaladiza vertiente”¹⁰. Por el contrario, cree que las tesis propuestas en la revuelta historicista y antifundacionalista de la mano de Hanson, Sellars, Feyerabend y Kuhn abrieron el camino para una filosofía de la ciencia verdaderamente viable, antirrealista y empirista. Un empirismo muy diferente, obviamente, de esas variedades de empirismo que constituyeron precisamente el último bastión del fundacionalismo en epistemología. El empirismo constructivista es la propuesta diseñada por van Fraassen.

La Segunda Parte de esta tesis constituye un análisis y exposición crítica del debate acerca de los realismos, unos más clásicos e ingenuos y otros mínimos, con los que el empirismo constructivista dialoga críticamente. Este empirismo constructivista diseñado por van Fraassen nos servirá de guía en nuestro recorrido deconstructivo de los tópicos y alianzas ‘metafísicas’ de los realismos, por los supuestos asociados a la creencia en que las leyes se corresponden con principios de orden natural y la creencia en un orden determinístico natural, para dirigirnos a la defensa de la actividad científica como la tarea constructora de modelos interpretativos de los fenómenos a partir de lo que es actual y observable, al abordaje de cuestiones tales como la aceptación de

¹⁰ Van Fraassen (1992), 6

los esquemas interpretativos que llamamos teorías o hipótesis como adecuados. Esto supone la incursión en la pragmática y la defensa de la actitud empirista como alerta constante a los peligros de la instauración en el dogma, una actitud que guarda un paralelismo, según van Fraassen, con la expresada por Kant en los *Prolegómenos* al afirmar que Hume interrumpió su adormecimiento dogmático dando a sus investigaciones una dirección completamente distinta.

Todo ello nos permitirá ofrecer una visión que tiene un gran parecido de familia con las tesis kuhnianas sin haber pretendido dotarlas de precisión y sistematización a costa de cercenar sus matices más relevantes, ya que podremos avistar los episodios de las revoluciones científicas como casos de tomas de decisión entendible desde el probabilismo no bayesiano y el racionalismo mínimo e instrumental propuestos por van Fraassen, conceptos que desarrollaremos en la Tercera Parte.

Los procesos de aceptación de las teorías científicas no constituyen el final de un proceso, como magníficamente expresó W. James, *no nos tumbamos a la bartola en ellas*, las teorías no son *respuestas a enigmas en las que podemos descansar*, sino que siendo más consecuentes con la imagen de la actividad científica como una práctica inventiva, creativa, constructiva e interventora, su defensa racional y aceptación se produce a través del proceso mismo de construcción e intervención experimental características de la práctica cotidiana. En otras palabras, los compromisos con estos marcos interpretativos son apuestas por su defensa, sustentación y desarrollo, compromisos con líneas de investigación que asumen la interpretación de los fenómenos con las categorías sentadas por tal línea. O mejor, supone considerar estas líneas y teorías o marcos interpretativos como “guías expertos” que nos orientan en una dirección. Esta imagen del “experto” que guía nuestras opiniones se revela muy fructífera ya que pone el acento en las actitudes hacia los modelos e hipótesis más que en sus contenidos y permite, al tiempo, valorar los procesos de cambio de opinión como un proceso racional de libre elección y no un mero ajuste o actualización de la opinión ante nueva evidencia tal como todas las teorías probabilistas de la

decisión diseñan. Van Fraassen defiende un probabilismo no bayesiano y recupera el voluntarismo jamesiano.

Inspirado también en los trabajos de P. Feyerabend¹¹ este compromiso con un marco interpretativo no impide la proliferación de marcos teóricos alternativos. Muy al contrario, la visión realista de la necesidad de la solución de las controversias como un proceso de toma de decisión contextual y pragmáticamente situada, ya alejada de la ingenua tesis de la toma de decisión en base a la evidencia, pero aún heredera, por muy matizada que esté, de un concepto de ciencia unificada más que caduco y de una idea de progreso que hace más énfasis en cómo somos capaces de alzarnos sobre los hombros de los éxitos pasados que en el hecho, también innegable, como magníficamente expresaron T. S. Kuhn y P. Feyerabend, de que el progreso depende crucialmente de la exploración de hipótesis empíricas rivales. Las controversias, ejemplos de la presencia de la proliferación y el compromiso, se revelan desde este punto de vista como los núcleos activos de la interpretación científica del mundo. En otras palabras, existe una necesidad de proliferación en la investigación científica pero no una necesidad de suspender la aceptación de la ciencia actual mientras proliferamos. El valor de la proliferación es, por otro lado, también consecuente con una imagen del mundo expresada más que en términos sustantivos en términos de las actitudes hacia las afirmaciones empíricas, una actitud de alejamiento o indiferencia respecto a ellas, ya que todas deben prepararse para rendirse a la fortuna de la experiencia futura¹².

¹¹ P. Feyerabend comenta algunas de las tesis sostenidas por van Fraassen y valora el diálogo entre éste y los realistas resaltando en primer lugar los acuerdos. Así cuando los científicos dicen que hay electrones y que se comportan de cierta manera, van Fraassen está de acuerdo y los realistas también, aceptan también las explicaciones que proporcionan y, aunque con desacuerdos puntuales, aceptan también las explicaciones proporcionadas por los científicos acerca de el rol que juegan los electrones en ciertos efectos. La diferencia se produce cuando los realistas mantienen que las asunciones científicas, incluidas la teoría junto con las propiedades descritas son acerca de las cosas reales, y van Fraassen no quiere admitir esto. Ahora bien, cuestiona Feyerabend, ¿qué se está afirmando cuando se mantiene que una teoría es acerca de la realidad?. Es evidente que esto depende de la definición de realidad aceptada y es también evidente, entonces, que si se concede la inferencia de la mejor explicación no existirá una sino muchas inferencias de la mejor explicación y estarán en conflicto. (P. Feyerabend, 1994, 168)

¹² Van Fraassen, (1996). Esto vale igualmente para la tesis materialistas como las no-materialistas acerca del mundo. Cualquier posición filosófica debería adoptar tal principio previo.

La imagen del *patchwork*¹³ de leyes desarrollada por N. Cartwright invita a considerar nuestra ciencia y nuestra realidad como un complejo sistema de diferentes dominios no relacionados en ninguna forma sistemática o uniforme, parece erigirse en la imagen más adecuada de nuestro mundo y nuestra ciencia.

Finalmente, al igual que U. Moulines¹⁴ quien ha defendido como propia de la filosofía la faceta recursiva y reflexiva a todos los niveles, o J. Echeverría¹⁵ que ha puesto énfasis en la faceta de la elaboración conceptual propia de la actividad filosófica, también van Fraassen, defensor de esta orientación de la filosofía de la ciencia, nos previene ante su “desinfección” y “esterilización” vía naturalización, optando por la recuperación de conceptos y orientaciones cercanos al Pragmatismo americano.

Nuestro propósito final es sugerir a través del análisis pormenorizado de las características de la nueva filosofía de la ciencia surgida tras todo el proceso de derrumbe de la tradicional Concepción Heredada, el enfoque estructural y semántico, que una filosofía de la ciencia superadora de los tradicionales ‘corsets’ formales, es la vía que permite acometer sin tópicos y asunciones heredadas el desarrollo de una nueva visión comprensiva de la actividad científica. En otras palabras, contaríamos con una interpretación filosófica de la actividad científica más consecuente con la práctica científica real tal como muestran los actuales enfoques contextualistas en historiografía de la ciencia e incluso con los actuales retos de la crítica feminista de la ciencia.

¹³ N. Cartwright (1999)

¹⁴ U. Moulines, (1991); (1995)

¹⁵ J. Echeverría, (1999)

Capítulo I

De la tragedia de la Concepción Heredada a la nueva concepción de la Filosofía de la Ciencia

In any tragedy, we suspect that some crucial mistake was made at the very beginning. The mistake, I think, was to confuse a theory with the formulation of a theory in a particular language.

Craig reductions, Ramsey sentences, reduction sentences, and all the unholy rest of it, had moved us mille milles de toute habitation scientifique, isolated in our own abstract dreams¹⁶.

La Filosofía de la Ciencia se ha encontrado tradicionalmente en una posición poco gratificante: no siendo ella misma una ciencia se encarga, sin embargo, del estudio de la ciencia. Tan paradójica situación ha hecho que los propios

¹⁶ van Fraassen, (1983a), copia mecanografiada cortesía del autor.

científicos la acusaran unas veces de inutilidad, porque la ciencia puede funcionar sin su ayuda, y otras veces de injerencia, de dar imágenes distorsionadas de su actividad precisamente porque los filósofos no son practicantes de la ciencia.

Buena parte de responsabilidad en todo esto la tiene la imagen generalizada por la Concepción Heredada que, con el fin de conseguir reconocimiento y autonomía para la filosofía de la ciencia, había puesto el acento en su carácter de reflexión de segundo orden capaz de evaluar los métodos y resultados de la ciencia mediante un método específico y distintivo. Para ello se basaba en dos procesos que habían tenido lugar poco antes de las formulaciones iniciales de la Concepción Heredada y habían actuado como un revulsivo en la forma de entender la filosofía. Por un lado, el desarrollo de la lógica-matemática y la crisis de fundamentos de las matemáticas, en cuya resolución jugó un papel fundamental el recurso a métodos metamatemáticos y el análisis lógico. La lógica, el instrumento clásico de análisis de la filosofía desde Aristóteles, había mostrado así, aunque fuera bajo una forma sustancialmente distinta a la de la lógica filosófica tradicional, una eficacia inesperada en la resolución de crisis internas dentro de la propia ciencia.

Por otro, la consolidación del 'giro lingüístico' que, partiendo del supuesto de que el conocimiento es un reflejo fiel y neutral de lo conocido, preconizaba el estudio del lenguaje en que se describe la realidad y se formula el conocimiento como la forma más objetiva e intersubjetiva de analizar el conocimiento humano, evitando, al mismo tiempo, numerosos problemas filosóficos tradicionales.

Así, el punto de partida de la Concepción Heredada¹⁷ era la afirmación de que la tarea central de la filosofía de la ciencia consistía en el análisis y, por tanto, la reconstrucción de la estructura lógica de las teorías científicas mediante métodos metamatemáticos, al modo de su deslumbrante intervención en la crisis de

¹⁷ Para esta breve exposición de las tesis fundamentales de la Concepción Heredada nos hemos basado en Laudan (1981b), Stegmüller (1970), Suppe (1974) y la compilación clásica de Feigl y Maxwell (1961).

fundamentos. Al asumir también el 'giro lingüístico', este supuesto se convirtió en la exigencia de dedicarse al análisis lógico del discurso científico, presuponiendo que las teorías tienen la misma estructura que sus formulaciones verbales. La filosofía de la ciencia resultante pretendía ser una reflexión sobre la naturaleza y características del conocimiento científico, pero al mismo tiempo tenía un fuerte componente fundacionalista y normativo, pues buscaba establecer sus condiciones necesarias y suficientes, convirtiéndose así en guardián de la pureza de la ciencia y en árbitro último capaz de distinguir el conocimiento genuino del que no lo era.

Esta forma de entender la filosofía de la ciencia introducía, sin embargo, una importante limitación en su campo de estudio. La actividad científica envuelve numerosos y muy complejos procesos pero esta concepción sólo estaba interesada en aquellos que eran susceptibles de análisis lógico. Por ello establecía una distinción tajante entre los llamados contextos de descubrimiento y de justificación. El contexto de descubrimiento está constituido por el conjunto de procesos y factores que llevan al descubrimiento o invención de una teoría. El de justificación se limita a los procesos lógicos de articulación deductiva, sistematización, contrastación y consiguiente aceptación o rechazo. La separación entre ambos viene dada por la formulación verbal explícita de la teoría. Los procesos del primero, se supone, no influyen sobre la forma o aplicación de la teoría, ni sobre su evaluación cognitiva. Por ello, sólo el contexto de justificación interesa a la filosofía de la ciencia. Esta ha de limitarse a estudiar los productos finales resultantes de la actividad científica: las teorías construidas y formuladas.

Esto daba a la filosofía de la ciencia un carácter fundacionalista y justificacionista. Lo que se pretendía era justificar lógicamente la validez, aceptabilidad y pertinencia de dichos productos finales, justificación que es independiente y neutral respecto al contexto de descubrimiento. Lo que ocurra en éste, como se ha dicho, no tiene ninguna relevancia para la reconstrucción de la estructura lógica de las teorías. De esta manera, la Concepción Heredada centraba sus análisis en las teorías aisladas y estáticas concediendo sólo una importancia secundaria a sus aspectos dinámicos, tanto internos como externos.

Además, lo que se pretendía no era tanto reconstruir la estructura de teorías concretas cuanto dar una formulación canónica que toda teoría pretendidamente científica debía satisfacer. Bien es cierto que esa formulación canónica se formuló a partir del estudio de las teorías existentes y que fue objeto de numerosas modificaciones con el fin de adecuarla a las teorías ya consagradas que, en algunos aspectos, no la cumplían. Pero no es menos cierto que la pretensión última de la Concepción Heredada era que cualquier teoría se construyera siguiendo esos cánones y esa era, en última instancia, la principal utilidad que la filosofía de la ciencia tenía para el conocimiento científico.

Todo esto se justificaba suponiendo que la ciencia no sólo es la forma más segura de conocimiento, sino la única genuina. El conocimiento ordinario se consideraba aceptable sólo en la medida en que llegara a compartir algunas de sus características. Las principales serían cuatro: la objetividad, la decidibilidad, la intersubjetividad y la racionalidad. La objetividad consiste en ser independiente de los supuestos, creencias o deseos de los sujetos. La decidibilidad en la posibilidad de determinar concluyentemente en principio su verdad o falsedad. La intersubjetividad en ser compartido e independiente de los sujetos individuales. Y la racionalidad en satisfacer las leyes de la lógica, ser revisable a la luz de la evidencia y, también, justificable y justificado. Todas estas propiedades del conocimiento científico se consideran garantizadas de antemano y no necesitan justificación, pero son ellas quienes justifican la validez y la naturaleza genuina de todo conocimiento. Por eso, los análisis de la filosofía de la ciencia debían basarse en ellas y darlas por supuestas.

Puesto que la ciencia se consideraba el modelo y casi el único conocimiento genuino, otra tarea de la filosofía de la ciencia debía ser elaborar algún criterio de demarcación que no sólo separara la ciencia de lo que no es ciencia, sino el conocimiento válido del pseudoconocimiento. Para ello la Concepción Heredada utilizaba un criterio basado en el supuesto empirista de que la experiencia es la última fuente y garantía de conocimiento. De este modo un conocimiento es genuino si es decidible empíricamente. La combinación de este supuesto con la concepción

'lingüística' daba lugar al principio verificacionista de significado, al que nos referiremos inmediatamente. Antes de ello hemos de subrayar que la contrastabilidad con la experiencia, o más exactamente la verificabilidad, es lo que valida y determina la verdad o falsedad del conocimiento. Esta experiencia, que la Concepción Heredada equipara a la observación, tiene que ser objetiva e intersubjetiva. Y desde luego neutral, es decir, no es afectada por las creencias, conocimientos o teorías de que dispongan los sujetos y es la misma para todos ellos. Por eso cuando la Concepción Heredada habla de observadores se refiere a observadores ideales intercambiables.

Como afirmamos más arriba, la Concepción Heredada es fiel al 'giro lingüístico' y eso la llevaba a dar una importancia fundamental al lenguaje. De ahí que otra importante tarea de la filosofía de la ciencia fuera construir un lenguaje artificial bien hecho mediante el cual reformular y reconstruir las teorías científicas. Este lenguaje, al que llamaban lenguaje básico empirista, estaba constituido por una sintaxis lógica (es decir, una sintaxis construida según las leyes de la lógica) y una semántica verificacionista, en la que todos los términos recibían significado, directa o indirectamente, de la experiencia.

Para ello la Concepción Heredada exigía que todos los enunciados satisficieran el principio de verificabilidad, según el cual el significado de un enunciado es su método de verificación o, si se quiere una definición menos operacionalista, un enunciado tiene sentido si y solo si es posible, en principio, comprobar empíricamente su verdad o falsedad. El problema de los componentes matemáticos que, sin ser verificables en el sentido antes expuesto, son una parte fundamental de cualquier teoría desarrollada lo resolvía la Concepción Heredada recurriendo al convencionalismo propuesto por Poincaré, merced al cual los enunciados matemáticos, y también los de la lógica, son convencionales y por tanto tienen significado, aunque no empírico. Y son decidibles al ser tautologías o contradicciones, razón por la cual en este caso se sustituye la verificación por la demostración.

Resulta, de este modo, que las teorías se reconstruyen como estructuras sintácticas, esqueletos lógicos, que se llenan de contenido a partir de la experiencia mediante el criterio empirista de significado. El resultado es que la Concepción Heredada considera las teorías como conjuntos de enunciados ordenados de cierta manera (por ello se la llama también Concepción Enunciativa) y las identifica con sus formulaciones lingüísticas hasta el punto de considerar que las características y problemas de éstas son los de aquellas. Así, los enunciados que integran una teoría son independientes unos de otros, aunque mantienen entre sí relaciones de deducibilidad, y pueden tener características muy diferentes. Así, unos son estrictamente universales y otros singulares, algunos se refieren a fenómenos observables, mientras otros no lo hacen, etc.

Por otra parte, el número de enunciados que integran una teoría es, a todos los efectos, infinito. Eso obliga a reformularla de tal manera que resulte una estructura ordenada y manejable. Por eso la Concepción Heredada utilizaba métodos metamatemáticos para su reconstrucción como sistemas de enunciados axiomatizados formalmente: las leyes fundamentales (y, en las versiones finales, las reglas de correspondencia) constituyen el conjunto de axiomas y el resto de enunciados los teoremas. La presentación de una teoría se reduce, pues, a la de sus postulados.

Como ya afirmamos, una exigencia fundamental de la Concepción Heredada era que todos los términos no lógicos de una teoría se introdujeran a partir de la experiencia y que todos sus enunciados fueran verificables. Sin embargo, las teorías incluyen términos y enunciados que no parecen hacer referencia a nada observable. El problema es que entre ellos se encuentran las leyes. Para resolver tal dificultad la Concepción Heredada se vio obligada a distinguir entre dos lenguajes (o dos niveles del mismo lenguaje, o dos vocabularios, según la antigüedad de la formulación canónica). Uno, el lenguaje observacional o L_o , está constituido por todos los enunciados que describen fenómenos observables o, si se prefiere, por todos los enunciados cuyos términos no lógicos designan entidades, sucesos o propiedades observables. El otro, llamado lenguaje teórico o L_t , está constituido por los enun-

ciados que contienen términos no lógicos no referidos a observables (sea, como veremos más adelante, porque designan inobservables o porque son simples abreviaturas de términos observacionales). Las leyes científicas pertenecen a este L_t .

El lenguaje observacional tenía que ser neutral, dado con independencia del teórico y único porque así es la experiencia y porque sólo así se garantiza la verificabilidad genuina de las teorías. Además tiene que ser accesible, preciso, con una estructura lógica simple, extensional, etc., pues se conecta directamente con la realidad observable. No nos interesa aquí, aunque en su momento hizo correr ríos de tinta, si la naturaleza última de este lenguaje ha de ser protocolar (es decir, fenomenalista) o fisicalista.

A su vez, L_t es relativo a cada teoría en el sentido de que puede diferir radicalmente de una a otra, su estructura lógica es muy compleja, etc. Pero lo esencial de L_t es la cuestión de su interpretación ontológica, es decir, el problema de a quién se refieren sus términos, ya que no es a nada observable. Y pueden entenderse de dos maneras:

- a. Como refiriéndose a entidades y propiedades inobservables, pero reales. En este caso, lo observable es sólo una parte de la realidad, precisamente el conjunto de efectos y consecuencias de lo inobservable. Las leyes teóricas pretenden describir esos procesos inobservables y por eso son susceptibles de verdad o falsedad por su correspondencia con la realidad. Esta es la posición realista¹⁸.
- b. Como abreviaturas de combinaciones complejas de términos observacionales o como convenciones que facilitan el manejo del lenguaje observacional. Desde este punto de vista no hay más realidad que la observable o, cuando menos, es la única relevante. Las leyes teóricas son instrumentos útiles para la predicción de fenómenos y para organizar la ex-

¹⁸Esta posición era poco frecuente en la Concepción Heredada y sólo la mantuvo explícitamente Hempel ya en los años sesenta. La posición dominante de Carnap, Feigl, y Reichenbach, entre otros, era una combinación de empirismo e instrumentalismo.

perencia conectando unos sucesos con otros, pero no son ni verdaderas ni falsas en un sentido estricto. Esta es la posición instrumentalista.

En ambos casos se mantiene el compromiso con el empirismo, pues el lenguaje observacional se considera indiscutible y libre de problemas y la existencia de lo observado está fuera de toda duda. Ambos lenguajes, y sus correspondientes vocabularios, están separados tajantemente, sea de forma natural o por convenciones o decisiones metodológicas. Por eso, tanto si se adoptan posiciones realistas, como instrumentalistas (aunque con más urgencia en el primer caso), es necesario establecer un puente que permita pasar deductivamente de los enunciados teóricos a los observacionales. Esa función la cumplían las reglas de correspondencia, enunciados especiales que permitían interpretar la teoría en términos de observación. La naturaleza y el status de estas reglas fueron objeto de numerosas discusiones y modificaciones que produjeron una creciente liberalización en la forma de entenderlas. Así, fueron consideradas, sucesivamente, definiciones, reglas de traducción, enunciados de reducción parcial, diccionarios y sistemas interpretativos. Igualmente pasaron de ser 'externas' a la teoría a estar integradas entre los postulados, y de analíticas a sintéticas. En cualquier caso, la interpretación resultante es enunciativa, pues está constituida por el conjunto de enunciados observacionales que son consecuencia de la teoría, y es única en el sentido de que actúa como la 'gran aplicación' de la teoría a la experiencia. El conjunto de enunciados observacionales obtenido describiría cómo sería el mundo observable si la teoría fuese verdadera.

Precisamente, la teoría se considera completamente verificada si todas sus consecuencias observacionales se corresponden una por una con la experiencia (sea por confrontación directa con ella, sea por comparación con enunciados que la describen). Esto implica que no es posible llevar a cabo la verificación completa de una teoría porque sus consecuencias observacionales son infinitas (lo que se sigue de la propia estructura lógica de las leyes, que pretenden valer para todo lugar y tiempo), y que en el proceso de verificación se está utilizando la inducción, pues de la verdad de casos particulares se infiere la de la teoría. Por ello se hablaba más bien de grado de confirmación, que se determina mediante la probabilidad inductiva y es

progresivamente creciente a medida que aumenta el número de verificaciones. De la misma manera se consideraba posible decidir entre teorías alternativas mediante experimentos cruciales, que confirmarían una de ellas, desconfirmando, al mismo tiempo, la otra. Esto se basaba en el supuesto de que las teorías son commensurables, es decir, comparables en un doble sentido:

a. Como el lenguaje observacional es neutral y compartido por las distintas teorías, es posible compararlas, al menos a este nivel. Ciertamente algunas tendrán una base empírica más amplia que otras, pero basta que tengan alguna parte común para que la comparación sea posible. Incluso si sus bases empíricas son completamente diferentes, siempre será posible establecer conexiones entre ellas al observar que se refieren a aspectos distintos de la misma experiencia.

b. Para la Concepción Heredada las unidades mínimas de significado son los términos y, en un segundo nivel, los enunciados aislados. De este modo el significado de un término se considera dado o, al menos, determinable con independencia de la teoría en que aparece. Aunque en teorías sucesivas ese significado pueda ser precisado y afinado o se introduzcan términos nuevos que sustituyan a otros antiguos total o parcialmente, puede decirse que el significado de los términos se conserva esencialmente, y en los casos de sustitución es posible identificar los términos implicados y relacionarlos entre sí en virtud de sus consecuencias observacionales (esta es la tesis de la invariancia de significado). Esto es lo que permite comparar teorías a niveles teóricos.

La combinación de estas dos formas de commensurabilidad permitía a la Concepción Heredada concebir el desarrollo del conocimiento científico como un progreso acumulativo caracterizado por la reducción epistemológica entre teorías. Esta reducción se produce cuando, bajo ciertas asunciones, los términos teóricos de una teoría se conectan con los de otra, las leyes de la primera se derivan de las de la

segunda (una vez 'traducidos' sus lenguajes teóricos) y los supuestos asumidos para la conexión tienen apoyo observacional. Esto significaba que cualquier desarrollo científico bien confirmado se conserva a lo largo de la historia de la ciencia, sea integrado por subsunción en las teorías posteriores, sea porque lo que afirma puede derivarse de ellas reductivamente.

Este acumulativismo casi lineal se combinaba con una segunda forma de reduccionismo que atañe a los conceptos y que podría llamarse reduccionismo ontológico. Al tener que introducir todos los términos desde la experiencia, es posible establecer una jerarquía de niveles epistémicos, basándose en las conexiones entre los conceptos básicos de las distintas teorías y ramas de la ciencia. Tales niveles son reductivos, pues el significado de los términos fundamentales de un nivel sería reducible a los del nivel inferior y así hasta llegar a la física, que es la ciencia fundamental. Este reduccionismo es lo que permite hablar a la Concepción Heredada de la ciencia unificada. La combinación de este supuesto con el progreso acumulativo incorporaba un fuerte componente optimista: la acumulación continua de conocimientos podría llevar a una ciencia unificada final que explicara o describiera completamente la realidad y, además, estuviera suficientemente confirmada. En otras palabras, el conjunto de consecuencias observacionales de esa ciencia unificada final sería la descripción completa de toda la experiencia.

Estas pueden considerarse las características básicas de la Concepción Heredada, que se completa con otros numerosos desarrollos parciales, como el modelo de explicación por ley de cobertura y sus variantes, la interpretación extensional de las leyes, el tratamiento de los contrafácticos, etc. Constituyó una compleja elaboración teórica, completamente articulada y, en apariencia, sin fisuras. Además, tuvo otra consecuencia importante e inesperada ya que su rápido desarrollo impulsó el establecimiento de la filosofía de la ciencia como disciplina autónoma con una 'comunidad' propia y con un conjunto de problemas, métodos y técnicas de resolución peculiares. Ambas cosas le daban una apariencia monolítica y la presentaban como una sistematización completa del conocimiento científico. Pero, al

mismo tiempo, en esos logros se encuentra el germen de los problemas que conducirían a su crisis y que, fundamentalmente, son de tres tipos:

En primer lugar, había partido de unos planteamientos muy modestos que fueron sobrepasados ampliamente por sus desarrollos finales. Eso producía un desequilibrio que se plasmaba en la aparición continua de problemas técnicos y desajustes internos. Como consecuencia, algunos de sus supuestos iniciales se fueron abandonando a medida que su concepción de la ciencia maduraba (p. ej., la limitación a la lógica de primer orden, la construcción de un lenguaje básico empirista, etc.), otros resultaban demasiado restringidos (la limitación al contexto de justificación, la axiomatización formal, etc.) o excesivamente problemáticos (como en el caso de la distinción teórico-observacional o las reglas de correspondencia), etc. Incluso sus métodos metamatemáticos producían más problemas de los que solucionaban.

Por otro lado, estas dificultades se acentuaban al combinarse con lo que podríamos llamar el 'ensimismamiento' de la Concepción Heredada. La pretensión inicial de que la filosofía de la ciencia jugase un papel similar al de la metamatemática, aunque le permitió participar del creciente prestigio de la ciencia, la apartó de otras disciplinas tradicionalmente filosóficas, como la epistemología, etc. Lo más grave era que, considerándose una reflexión justificacionista, invocara supuestos como la intersubjetividad, la objetividad o la racionalidad, que consideraba dados sin necesidad de justificación. A su vez, su autolimitación al análisis de las teorías una vez que habían sido construidas, rechazando además el contexto de descubrimiento, la llevaba a descuidar los aspectos dinámicos del conocimiento científico. Pero lo peor de todo era que tales supuestos la alejaban de la práctica real y de los problemas planteados de hecho en la actividad científica, para concentrarla cada vez más en el estudio y resolución de los problemas lógicos que ella misma generaba.

Una tercera fuente de problemas era su concepción atomista y enunciativa de las teorías, que la llevaba a establecer una formulación canónica que muchas teorías dejaban de cumplir y que suponía que las teorías se aplicaban

enunciado a enunciado aisladamente para dar lugar a la 'gran aplicación' de cada teoría.

Todos los desarrollos posteriores van a tener como fondo estas dificultades que intentarían resolver siguiendo tres líneas: rechazar y modificar algunos, o todos, los supuestos básicos de la Concepción Heredada; cambiar la concepción de la filosofía de la ciencia y sus métodos para salir del 'ensimismamiento' y rechazar la concepción enunciativa en favor de una consideración más global, semántica y estructural de las teorías, al menos en ciertos aspectos.

Estos problemas, y algunos otros derivados de ellos, ya los había venido señalando Karl Popper que, desde época tan temprana como 1934, estaba construyendo una teoría de la ciencia alternativa a la Concepción Heredada aunque compartiendo con ella numerosos elementos. En última instancia, lo que pretendía la propuesta popperiana era elaborar una teoría de la racionalidad científica y eso le llevaba a enfrentarse con la Concepción Heredada en dos aspectos centrales que tuvieron gran influencia sobre todos los desarrollos posteriores. Para Popper la tarea fundamental de la filosofía de la ciencia no debía ser el análisis lógico de las teorías, sino la reconstrucción y el estudio del método, y por tanto la lógica, que guía la actividad racional de los científicos, la investigación científica (lo cual supone prestar atención a los aspectos racionales internos de la actividad científica completa, al menos de los científicos críticos). Eso, a su vez, ponía en primer plano los aspectos dinámicos del cambio científico y el desarrollo de la ciencia que la Concepción Heredada sacrificaba en favor de los aspectos estáticos.

Al mismo tiempo, y desde un campo ajeno a la filosofía de la ciencia estricta, la epistemología, también surgían críticas y problemas contra algunos de los supuestos centrales de la Concepción Heredada. Estas críticas se referían a aspectos tan variados como la separación entre ciencia y conocimiento ordinario; la concepción del conocimiento y el lenguaje como fieles reflejos de la realidad; la supuesta neutralidad de la observación, incluyendo las distinciones analítico/sintético y teórico/observacional; la concepción referencialista del significado o la concepción

atomista y enunciativa de las teorías y alcanzaban incluso a los pilares epistemológicos de la Concepción Heredada: las nociones de objetividad, intersubjetividad, decidibilidad y racionalidad.

Finalmente, otro problema inesperado surgió cuando historiadores, psicólogos y sociólogos empezaron a reivindicar para sí el estudio del contexto de descubrimiento. Aunque inicialmente este interés parecía reforzar las posiciones de la Concepción Heredada, pues los científicos sociales asumían su distinción entre contextos y aceptaban la división del trabajo establecida a este respecto por Popper, sin embargo acabó llamando la atención de los filósofos de la ciencia sobre la artificialidad de las limitaciones autoimpuestas por la Concepción Heredada y la importancia que la heurística de la investigación podía tener para acercar la filosofía de la ciencia a la práctica real de los científicos.

Todas estas críticas fueron debilitando a la Concepción Heredada, pero el enfrentamiento definitivo tuvo lugar cuando todos los elementos se combinaron y se sacaron sus consecuencias. Tal enfrentamiento no fue desde otra concepción unitaria alternativa, sino desde muchos puntos diferentes que dieron lugar a propuestas distintas. Entre este grupo de críticos se incluyen Hanson, Feyerabend, Kuhn, Lakatos, Laudan, Shapere, Toulmin¹⁹, etc. Aunque mantienen posiciones claramente diferenciadas entre sí y han polemizado frecuentemente, sin embargo es posible establecer algunos puntos muy generales en los que coinciden con cierta aproximación en su confrontación con la Concepción Heredada²⁰:

- a. Mantienen que la filosofía de la ciencia ha de ser esencialmente descriptiva y en el mejor de los casos evaluativa, pero no normativa. Sus afirmaciones han de ser empíricas y referidas a la historia y a la práctica científica, de tal forma que, en caso de conflicto con éstas, será la filosofía de la ciencia la equivocada. Esto supone que la tarea

¹⁹ Fundamentalmente, Feyerabend (1970), Hanson (1958), Kuhn (1962), Lakatos (1978), Laudan (1977), Shapere (1982) y (1984) y Toulmin (1972).

²⁰ Análisis comprensivos de las tesis propuestas por esta “revuelta historicista” ante la filosofía de la ciencia tradicional y en las que nos hemos basado son Newton-Smith (1981), Suppe (1977) y las compilaciones de Hacking (1981a) y Gutting (1980).

del filósofo de la ciencia no es buscar criterios de justificación y fundamentación a priori, sino describir y explicar los que funcionan de hecho en la actividad científica. Incluso si se asigna una función evaluativa a la filosofía de la ciencia, las evaluaciones deberán hacerse sobre esta base.

- b. Sostienen que la filosofía de la ciencia no puede limitarse al estudio de los productos finales, sino que ha de considerar toda la actividad científica. Para ello hay que eliminar la distinción entre contextos y considerar las teorías incardinadas dentro del proceso de desarrollo científico prestando especial atención al cambio teórico y sus aspectos dinámicos, que se convierten en el objeto de estudio fundamental (otra cuestión bien distinta es que se distinga o no entre factores internos y externos). Así, la actividad científica hay que estudiarla como un todo y entender la ciencia como un complejo proceso de comunicación.
- c. Sostienen que las teorías no son entidades aisladas, sino que están integradas en marcos conceptuales más amplios y flexibles. Estos marcos son estructuras globales, de forma que el estudio de la teoría no puede hacerse con independencia de ellos. Igualmente, son más amplios que las formulaciones verbales existentes, e incluso es posible que ningún científico concreto sea capaz de dar una formulación explícita completa de ellos. Por esto, no puede llevarse a cabo una reconstrucción estrictamente lógica de la teoría, ni siquiera a partir de sus exposiciones verbales, sino que es necesario tomar en cuenta otros factores contextuales. La separación y aislamiento de las teorías y su identificación con sus formulaciones lingüísticas con el fin de llevar a cabo su análisis formal sólo lleva a dar una imagen distorsionada del desarrollo científico y de las teorías mismas. En cualquier caso, las teorías se usan y aplican globalmente y no pueden considerarse meros conjuntos de enunciados sintácticamente relacionados.

- d. Dada la fuerte integración e interdependencia mutua de los elementos que constituyen esas estructuras en las que están integradas las teorías, no es posible cambiar sus elementos básicos sin que la estructura entera se resienta y eso afecta decisivamente a la forma de entender el cambio y desarrollo científicos. La cuestión está en cuáles sean esos elementos básicos y cómo cambian. Así, para Feyerabend, Kuhn y Hanson, la estructura actúa como una visión del mundo y su cambio es completo (revolucionario). Para Lakatos, Laudan, Toulmin y Shapere, esos elementos son, respectivamente, la heurística y el núcleo de la sucesión teórica, los objetivos y valores epistémicos articulados con las teorías, los ideales de orden natural convencionales pero evolutivamente justificados, y el conjunto subyacente de creencias bien fundadas adquirido a través del aprendizaje de la naturaleza. Salvo en el caso de Lakatos, estos elementos no cambian radicalmente, sino que se reajustan evolutivamente (cambio evolutivo). En el caso de Lakatos se dan ambas situaciones (según se hable de cambio de un programa de investigación a otro o de cambios en la sucesión teórica de un programa dado), pero la primera con mucha menos frecuencia e incluso entonces puede ser evaluada. Así, el desarrollo del conocimiento científico no es acumulativo, sino revolucionario en el primer caso y evolutivo en el segundo.
- e. Ese carácter global de la estructura hace, también, que la observación no sea neutral, sino determinada por la teoría y la estructura en que ésta se integra. De nuevo aquí hay una gradación. Para los revolucionarios la determinación es completa porque todo el marco puede cambiar de una sola vez. Por eso mismo se da una inconmensurabilidad lógica entre marcos diferentes (aunque, excepto para Feyerabend, esa inconmensurabilidad pueda salvarse pragmáticamente). Para los evolutivos, ambas cosas serían ciertas si se produjera un cambio brusco, pero como el desarrollo del conocimiento científico es progresivamente evolutivo y adaptativo,

la no neutralidad de la experiencia no afecta a los cambios de la estructura global y la inconmensurabilidad nunca llega a ser completa, ni siquiera cuando se toman marcos muy separados en el tiempo, porque la naturaleza, el aprendizaje adaptativo y la interacción entre valores epistémicos y soluciones a problemas se mantienen más o menos estables. De nuevo Lakatos oscila entre ambas opciones: la determinación de la observación y la inconmensurabilidad se dan para quienes se mueven dentro de programas de investigación, pero no afecta a su evaluación que se hace sobre la eficacia y progresividad de sus heurísticas y no sobre sus contenidos. En todos los casos ni el lenguaje observacional es neutral y único, ni la experiencia es puro reflejo de la realidad con independencia de la teoría, ni la distinción teórico-observacional es tajante y aceptable sin relativización, en el mejor de los casos, al marco conceptual.

Finalmente, los cambios en la teoría y su aceptación o rechazo no dependen simplemente de la contrastación con la experiencia, sino de factores epistémicos y pragmáticos. Además, pueden intervenir factores externos (no científicos). La diferencia, de nuevo, está en dónde se pone el acento. En los revolucionarios los factores externos juegan un papel fundamental, por lo que toda reconstrucción del desarrollo y cambio científico debe tomarlos en cuenta. Para los segundos, los factores predominantes son los epistémicos y evaluativos internos y, desde luego, factores externos e internos pueden separarse. Esto marca claramente la diferencia entre ambos grupos. En los revolucionarios el estilo de razonamiento y los métodos usados para la construcción y evaluación de teorías dependen completamente de la estructura global y cambian con ella. En tal caso, la propia racionalidad depende y está condicionada por los factores externos que actúan sobre el marco. De ahí que la filosofía de la ciencia no pueda hacer evaluaciones, sino sólo descripciones y explicaciones. En los evolutivos, aunque los métodos y formas de razonamiento aceptables pueden cambiar, lo hacen en función de un corpus de creencias más o menos justificadas o de objetivos a conseguir. Entonces es posible hablar de una

racionalidad interna o contextual y, por tanto, la filosofía de la ciencia puede hacer evaluaciones acerca de la adecuación y racionalidad interna de los métodos para integrar nuevas creencias o conseguir los objetivos propuestos. De aquí viene el nombre de Metametodología que se suele dar a las posiciones de Laudan y Lakatos (evalúan por la relación métodos-objetivos) y Filosofía Internalista de la Ciencia a la de Shapere (en este caso predomina la coherencia interna entre las creencias aceptadas y las nuevas). En cualquier caso, la racionalidad es instrumental y la elección de objetivos o aceptación de creencias viene dada por un realismo moderado y por la interacción evolutiva con la realidad.

Todos estos nuevos enfoques críticos provocan que a comienzos de la década de los setenta del siglo que hemos dejado atrás, la fábrica de la Concepción Heredada estaba prácticamente desmontada excepto en un aspecto esencial: la reconstrucción de la estructura de las teorías y los métodos utilizados para ello, es decir, su punto de partida.

La Filosofía de la Ciencia se había alejado de los rígidos esquemas impuestos por la Concepción Heredada, pero tres de sus supuestos fundamentales y también más conflictivos seguían subsistiendo: el uso de métodos metamatemáticos para el análisis de las teorías, la axiomatización formal como forma canónica de presentación y la concepción sintáctica y enunciativa de las teorías a la hora de su reconstrucción lógica. A su vez, pese a negarse la neutralidad de la experiencia y a considerar la observación dependiente, la interpretación y aplicación de la teoría al mundo seguía produciendo problemas porque alguna distinción tenía que haber entre ellos. Para evitar estos supuestos y sus dificultades se había desplazado la atención a los procesos de desarrollo de la ciencia, desentendiéndose de la tarea original: la reconstrucción de la estructura de las teorías, que seguía en manos de la Concepción Heredada.

Eso llevaba a una división interna en la filosofía de la ciencia. De un lado, había teorías que se dedicaban al estudio de los procesos dinámicos de la

ciencia y que utilizaban métodos informales y más o menos descriptivos. De otro estaba la Concepción Heredada que seguía encargándose del análisis estático de las teorías, incluyendo los procesos de su aplicación al mundo. Como la Concepción Heredada y sus alternativas eran incompatibles en muchos aspectos, parecía como si se reprodujera la distinción entre contextos a otro nivel: una cosa serían la actividad científica y el desarrollo de la ciencia, respecto a los cuales la Concepción Heredada nada podía decir ya, y otra las normas para dar una estructura lógica a la presentación pública de una teoría, que serían lo que especificaba la Concepción Heredada mediante su formulación canónica.

Sin embargo, desde antiguo se habían hecho críticas internas a la utilización de métodos metamatemáticos y a la concepción de las teorías como conjuntos axiomatizados de enunciados con estructura equivalente a la de sus formulaciones. La dificultad estaba en que muchas teorías consideradas científicas no podían ser axiomatizadas formalmente, como ocurría con casi todas las de la biología, las ciencias sociales, la geología, etc. El problema más grave, sin embargo, era que otras teorías muy desarrolladas, como la Mecánica Cuántica, al ser probabilísticas con datos corregibles, no podían ser axiomatizadas con una lógica de primer orden, sino sólo formalizadas (utilizando, por ejemplo, espacios de Hilbert, como hizo Von Neumann, lo que influiría decisivamente en las propuestas semánticas de Beth). Incluso la axiomatización formal de teorías tan tradicionales como la Mecánica Clásica siguiendo las normas de la Concepción Heredada suponía un trabajo ímprobo que culminaba en una axiomatización compleja y poco manejable. Además, los mismos defensores de esta concepción contribuían a restar credibilidad a la eficacia de los métodos empleados porque solían presentar casi exclusivamente análisis de casos y ejemplos muy sencillos, en su mayoría procedentes del lenguaje ordinario o generalizaciones empíricas, en lugar de teorías científicas complejas.

Incluso así, numerosos problemas técnicos dentro de la Concepción Heredada exigían el uso de una lógica más compleja, por ejemplo, la fórmula de Ramsey requería una lógica de orden superior; el problema de los contrafácticos forzaba la introducción de operadores modales, entre otros. Todo ello daba lugar a

reticencias en torno al requisito de axiomatización formal en una lógica de primer orden, que no parecía ser un instrumento muy adecuado para el análisis de teorías científicas, sobre todo si se tiene en cuenta que se disponía de desarrollos más poderosos, como la teoría de modelos y la de conjuntos.

Esto llevó a diversos autores a utilizar esos instrumentos más potentes aunque a mitad de camino entre el análisis sintáctico y el semántico²¹. Al final se proponía recurrir directamente a métodos matemáticos axiomatizando informalmente las teorías mediante la definición de un predicado conjunto-teórico o formalizándolas mediante espacios de estados o espacios-fase.

Al mismo tiempo que se planteaban estas dudas respecto a los métodos formales utilizados por la Concepción Heredada el problema de las reglas de correspondencia continuaba complicándose hasta el punto de convertirse en una anomalía irresoluble. El recurso final consistió en sustituirlas por leyes-puente y recurrir a modelos para explicitar el contenido de la teoría. Estos modelos se consideraban inicialmente lingüísticos, es decir, interpretaciones de la teoría en un lenguaje natural previamente disponible, familiar y conocido, pero se recurría también a modelos icónicos y analógicos para completar la interpretación²². Desde el momento en que se introducían modelos los análisis sintácticos tradicionales quedaban relegados a un segundo plano y cobraban una importancia fundamental los semánticos. Con el paso del tiempo se acabó proponiendo que los modelos se consideraran esencialmente matemáticos y que la presentación de las teorías se hiciera especificando directamente el conjunto de sus modelos.

²¹ En esta situación se encontraban los análisis modelo-teóricos de los finlandeses Tuomela y Niiniluoto y, sobre todo, de la escuela polaca de Przelecki y Wojcicki o los estudios semi-semánticos del grupo de Florencia, como Dalla Chiara y Toraldo di Francia, cuya influencia reconoce el propio van Fraassen. (van Fraassen,1987, 111).

²² Esta propuesta la habían hecho Nagel (1961), Hesse (1958) y otros, pero su reconocimiento definitivo tuvo lugar cuando la formuló Hempel rechazando explícitamente la interpretación clásica de la Concepción Heredada como un pseudo-problema. (Hempel, 1970, 143 y ss. y 1974, 376 y ss).

El ingrediente que faltaba para llegar a la concepción de las teorías como estructuras semánticas vino dado por la crisis definitiva de la distinción teórico-observacional. Autores como Achinstein o Putnam habían venido señalando que la distinción no era genuina porque se basaba en definir de manera intuitiva y aproximada la noción de 'observable' y sobre esa base definir 'teórico' por negación. Por el contrario, si se definían positivamente ambos conceptos la situación cambiaba radicalmente. Por una parte, 'teórico' es lo que depende de una teoría o es introducido especialmente por ella y, en este sentido, sólo puede predicarse de conceptos o funciones y, por derivación, de términos. Por su parte, 'observable' es aplicable a entidades, acontecimientos, sistemas, etc., es decir, a elementos del mundo susceptibles de observación empírica y no es relevante su aplicación a conceptos o términos. Resulta, así, que la dicotomía teórico-observacional no es aceptable porque está encubriendo realmente dos dicotomías que no son coextensivas: la de teórico-no teórico y la de observable-inobservable, pues puede haber términos que sean dependientes de la teoría y se refieran a observables y términos que no dependiendo de ella se refieran a inobservables.

A lo largo de los setenta y comienzos de los ochenta del siglo XX estos tres aspectos acabaron combinándose, lo que llevó a la concepción de las teorías como estructuras rechazando los supuestos de la Concepción Heredada que aún subsistían y recuperando el interés por la reconstrucción teórica, pero ahora en estrecha conexión con las formas de entender el cambio y el desarrollo científico que se habían propuesto como alternativas a la Concepción Heredada. Esta concepción sigue dos líneas principales: la Concepción Estructuralista desarrollada fundamentalmente por Suppes, Sneed, Stegmüller y Moulines y la Concepción Semántica de van Fraassen, Suppe y Giere.

Lo que las distingue es el método de reconstrucción utilizado y la elección de una u otra de las distinciones, teórico-no teórico y observable-inobservable, encubiertas bajo la dicotomía clásica teórico-observacional. La concepción estructuralista sigue los métodos de axiomatización informal de Suppes-

Adams²³ mediante la definición de un predicado conjuntista y se basa en la distinción teórico-no teórico relativa a una teoría dada (la T-teoricidad). La concepción semántica no axiomatiza, ni siquiera informalmente, sino que se limita a la formalización mediante espacios de estados siguiendo el método de Beth-Von Neumann y recurre a la distinción observable-inobservable. Ambas tienen, sin embargo, numerosas características comunes:

- a. Proponen reconstruir las teorías utilizando los mismos métodos matemáticos que la ciencia. La reconstrucción de una teoría se hará, entonces, presentando el conjunto de sus modelos y sus aplicaciones. O, siguiendo una formulación de Giere, la teoría se reconstruye como definiendo una clase de sistemas, sus modelos, y afirmando luego que algunos sistemas reales pertenecen a esa clase. Estas reconstrucciones son descriptivas y contrastables.
- b. Puesto que la axiomatización formal resultaba enormemente compleja cuando no imposible, ambas posiciones hacen una propuesta mucho menos ambiciosa, limitándose en un caso a la axiomatización informal en lenguaje natural definiendo un predicado conjuntista y en el otro a la formalización mediante espacios de estados o sus equivalentes no métricos.
- c. Consideran las teorías estructuras conceptuales, normalmente matemáticas, que no pueden identificarse con sus formulaciones lingüísticas (la estructura lógico-sintáctica de éstas es radicalmente diferente de tales estructuras conceptuales), aunque la reconstrucción se haga mediante métodos semánticos a partir de estas formulaciones que pretenden ser descripciones de las teorías.

²³ Adams (1959), constituye uno de los trabajos más tempranos de aplicación de las técnicas conjuntistas a la reconstrucción de teorías.

- d. Ambas rechazan, como hemos visto, la distinción teórico-observacional por irrelevante. En su lugar unos distinguen entre T-teórico y T-no teórico respecto a una teoría T en virtud de que todas las formas de determinar los valores de una función, un concepto, etc., sean completamente dependientes de esa teoría o no y los otros entre observable-inobservable en virtud de que, según la ciencia vigente, algo sea accesible o no a los sensores humanos, pudiendo incluirse también la detección mediante instrumentos. La aceptación de una de las dos distinciones no compromete con la otra.

- e. La reconstrucción es descriptiva y puede considerarse como una hipótesis empíricamente contrastable y decidible según consiga o no lo que se propone. Si choca con la práctica científica real o con los datos obtenidos de la Historia de la Ciencia, la reconstrucción es rechazable.

- f. La teoría se aplica al mundo como un todo y directamente a través de sus modelos, pero no tiene una gran aplicación universal, sino varias parciales y distintas. El fracaso de alguna, o varias, de las aplicaciones propuestas no implica la falsedad de la teoría, pues siempre es posible definir nuevos modelos o proponer otras aplicaciones diferentes.

- g. La reconstrucción refleja los aspectos dinámicos de la teoría en un doble sentido: por una parte recoge y da cuenta de la evolución, cambio y desplazamiento de los modelos de la teoría y de sus expansiones, especializaciones, etc. a través del tiempo; por otra parte, los modelos son dinámicos, lo que les permite describir, predecir y explicar la evolución y cambios de los sistemas físicos que son sus aplicaciones.

- h. Por último, ambas concepciones rechazan la posibilidad de establecer una formulación canónica que deban satisfacer todas las teorías. Por el contrario, tanto la axiomatización informal como la formalización se llevan a cabo sobre teorías concretas y basándose en la práctica real de los científicos; de esta manera la conformación de la reconstrucción depende estrictamente de las características de las leyes y conceptos de la teoría que se esté estudiando y puede diferir sustancialmente de un caso a otro. Eso también obliga a introducir en la reconstrucción factores pragmáticos, contextuales y de uso de la comunidad que comparte la teoría. De esta forma, la filosofía de la ciencia sólo daría un esquema global muy general de la estructura básica de las teorías, esquema que sólo cobra sentido cuando se completa y desarrolla en cada caso y se incluyen esos factores y restricciones pragmáticos.

Estas formas de entender las teorías científicas y su reconstrucción sustituyeron definitivamente a la Concepción Heredada desde los años ochenta y constituyeron lo que ha dado en llamarse 'nueva filosofía de la ciencia'²⁴, uno de cuyos principales exponentes es B.C. van Fraassen. Un análisis detallado de ambas concepciones nos permitirá valorar cómo han dado respuesta a los tópicos principales que acomete la filosofía de la ciencia, la cual sin renunciar a dar respuesta a los clásicos interrogantes acerca de la estructura de las teorías, su dinámica, los procesos de aceptación y creencia o rechazo de tales constructos teóricos y las posiciones epistemológicas respecto a ellas, no puede, sin embargo seguir viviendo en los ropajes formales, ni siquiera como argumentaremos en los propuestos por el Estructuralismo, ni aliada con los argumentos realistas por muy matizados y mínimos que sean como veremos más adelante.

²⁴ Así la denomina Nersessian (1987, prefacio). Una detallada exposición de las características generales de esta 'nueva filosofía de la ciencia' se encuentra en Nickles (1987).

Insistiremos en que los enfoques en filosofía de la ciencia ante todo deben atender al hecho de que proporcionar una visión de la ciencia es ofrecer un conjunto de herramientas o conceptos que permitan atender al hecho de que la ciencia, según los enfoques estructurales en general (tanto el estructuralista como el semántico), proporciona una descripción o interpretación de su objeto de estudio sólo en términos de su estructura, los modelos son objetos matemáticos y, ante todo estos objetos matemáticos que son los modelos y que son usados para representar la naturaleza, son usados por nosotros y existen muchas formas diferentes de usarlos. En otras palabras, las formas en que fijamos y decidimos que existe una relación relevante entre un modelo y la naturaleza no son únicas y la definición de relevante es relativa a un contexto histórico de decisión científica contexto tanto en el que se evalúa como se aplica o se estima su interés práctico.

Es por lo tanto una ‘nueva filosofía de la ciencia’ consecuente con la idea de que la comprensión de la ciencia equivale a comprensión de la actividad científica, y que la incursión en la Pragmática es, por lo tanto, esencial.

PRIMERA PARTE

Capítulo II

La Concepción Estructuralista de las teorías

En filosofía de la ciencia, lo mismo que en la propia ciencia o en cualquier otra actividad humana que aspire a hacer las cosas bien, hay que ir probando pacientemente diversos métodos hasta que encontremos el que parece más adecuado a nuestro objetivo.

El objeto de estudio de la filosofía de la ciencia debía ser la gramática de la ciencia²⁵.

1. Los orígenes del estructuralismo

Los comienzos de la concepción estructuralista²⁶ de las teorías científicas pueden situarse alrededor de los años 60 con el tipo de

²⁵ U. Moulines (1995), 110-118

axiomatizaciones de la Mecánica clásica de partículas que realiza la Escuela de Stanford. Autores como J. McKinsey, Adams, A. Sugar y P. Suppes²⁷ extienden el programa de Bourbaki en matemáticas a las teorías de la ciencia empírica, realizando axiomatizaciones informales utilizando la teoría de conjuntos. Suppes²⁸ utiliza la lógica informal y la teoría de conjuntos para clarificar la estructura matemática interna de una teoría física. Se consigue de esta forma la axiomatización sin necesidad de recurrir a lenguajes excesivamente formales, problema que había de convertir en estéril a la Concepción Heredada. Ahora, los filósofos de la ciencia podían utilizar métodos conjuntistas en lugar de metamatemáticos para reconstruir el aparato matemático de una teoría científica.

Una teoría científica no consiste sólo en una estructura matemática reconstruible utilizando tales métodos conjuntistas, sino que toda teoría científica pretende dar información, explicaciones, etc, sobre el mundo real, lo que significa que tiene un contenido empírico determinado, una realidad a la que se aplica. Este aspecto es el que introduce J. Sneed en su obra *The Logical Structure of Mathematical Physics* del año 1971, donde trata de elucidar cuáles son las relaciones que se establecen entre esas estructuras matemáticas reconstruidas gracias a las nuevas técnicas conjunto-teóricas de axiomatización y la realidad y de qué modo lo hacen. El interés principal de Sneed²⁹, según Stegmüller, se centraba en el problema de cómo una teoría física, cuya estructura matemática ha sido descrita axiomáticamente según el procedimiento de P. Suppes, podía transformarse en una *teoría empírica real*.

²⁶ Una introducción histórica a la génesis del enfoque estructuralista se encuentra en Niiniluoto (1980), 3 y ss.

²⁷ Un ejemplo relevante e iniciador de las propuestas de aplicación de tales métodos a teorías físicas concretas como la mecánica clásica de partículas lo constituye J. McKinsey, A. Sugar y P. Suppes (1953) y Adams (1959).

²⁸ Especialmente destacables son sus trabajos de los años 60: Suppes (1960), (1962) y su obra de (1970). También artículos relevantes y ampliamente citados como Suppes (1974). Suppes (1993) recoge sus trabajos más selectos.

²⁹ Este proyecto es presentado también desde una perspectiva filosófica además de formal en Sneed (1977), 315-322

Los trabajos de Stegmüller: *Teoría y Experiencia* del año 1970 (en castellano en 1979) *Estructura y dinámica de teorías* del año 1973 (edición castellana de 1983) y *La concepción estructuralista de las teorías* del año 1979 (edición castellana de 1981), los de U. Moulines *Exploraciones Metacientíficas* del año 1982, *Pluralidad y Recursión* en 1991, y los trabajos más recientes de Balzer y Moulines, *An Architectonic for Science* de 1987 obra que constituye la exposición más completa del estructuralismo, y la edición de *Structuralist Theory of Science*, obra de 1996 y *Structuralist Representation of Knowledge* en 1998 que incluyen nuevos resultados. Todo ello constituye el núcleo fundamental del diseño de las tesis de la concepción estructuralista de las teorías científicas.

La tesis básica de la concepción estructuralista es que una teoría científica se reconstruye utilizando técnicas conjuntistas, donde el elemento mínimo del análisis estructural son los modelos, no los enunciados, de tal manera que *los modelos de una teoría son los correlatos formales de los trozos de realidad a los que la teoría se aplica*³⁰. Así, por ejemplo, un modelo de la mecánica clásica de partículas es cualquier entidad que satisfaga el predicado MCP, predicado que se define utilizando la lógica informal y la teoría de conjuntos de tal manera que ‘a es un MCP’ debe explicitarse estipulando que ‘a’ es una entidad constituida a su vez por cinco entidades: un conjunto de partículas, un intervalo temporal, una función de posición, una función fuerza y una función masa que cumplen una serie de condiciones, en particular, el segundo Principio de Newton³¹.

La consecuencia primera y más importante de esto es que no existe un único modelo estándar sino que, por el contrario, existen innumerables modelos de la misma teoría, todos determinados por la misma ley fundamental. Tales modelos son las aplicaciones de la teoría a la realidad, lo que significa además, que no existe un único universo fijado al que la teoría se aplique sino que las

³⁰U. Moulines (1982), 78.

³¹Ibid., 79

teorías se aplican a determinados trozos de realidad, trozos que no están instaurados desde el principio sino que el mismo desarrollo y evolución de la teoría supone encontrar nuevas parcelas o aspectos de la realidad a los que aplicarla con éxito.

Precisamente este aspecto dinámico es el punto de partida de la crítica de Feyerabend³² a la obra de Stegmüller del año 1973 quien habla de un ‘Kuhn sneedificado’ al definir el enfoque estructuralista como un intento de reconstrucción formal de las ideas de T. S. Kuhn. Lo cierto es que quizá no haya habido un encuentro tan fructífero como el que se ha dado entre la propuesta de Kuhn, y la tradición historicista en general, y la de Sneed y el resto de los arquitectos de la concepción estructuralista de las teorías científicas. Si a Kuhn le faltaba un análisis riguroso de la estructura matemática interna de una teoría física que añadir a su influyente estudio de la dinámica de las teorías, a la filosofía de la ciencia tradicional le faltaba precisamente una interpretación más adecuada de las revoluciones o cambios que se producían en las teorías aparentemente bien organizadas deductivamente. Así pues, en contra de la concepción enunciativa, los estructuralistas tienen como objetivo mostrar que la estructura interna de las teorías se reconstruye mejor considerándolas como conjuntos de modelos que como listas de enunciados, al tiempo que también toman en cuenta el reto kuhniano de considerar a las teorías como algo más que estructuras estáticas, en realidad son más parecidas a organismos vivos que tienen su nacimiento, evolución y desarrollo y, en muchos casos, su muerte y reemplazo, siendo también relativas a una comunidad científica que las elabora y sustenta, obligando, ahora sí, al filósofo de la ciencia a entrar en diálogo directo con la historia de la ciencia. En palabras de Moulines³³:

Sneed no escribió su libro para tratar fundamentalmente de la problemática kuhniana, su objetivo principal era otro: desarrollar un nuevo

³²P. Feyerabend (1977), 351-369

³³U. Moulines (1982), 77

aparato conceptual con el que reconstruir formalmente la estructura estática de las teorías físicas, así como su contenido empírico. Sin embargo, como efecto secundario, este aparato permite dar un sentido preciso a las tesis de Kuhn.

Como veremos a lo largo de la exposición de las principales tesis del estructuralismo, conceptos tales como *aplicaciones paradigmáticas* se corresponden con el concepto kuhniano de *ejemplar*, las *ampliaciones del núcleo estructural* es la tarea fundamental en el *periodo de ciencia normal*, o también cómo en el formalismo se incluyen como conceptos borrosos los aspectos pragmáticos: H o intervalo histórico y CC o comunidad científica, en tanto que toda aplicación propuesta es relativa a un momento histórico determinado y a la comunidad científica que la propone. Los dos tipos de procesos de los que Kuhn daba cuenta: los periodos de ciencia normal y los periodos revolucionarios son definidos formalmente por los estructuralistas, y es en este último donde encontraremos una de las cuestiones problemáticas centrales: los estructuralistas³⁴ sostendrán que *cierran las fisuras arracionales de la teoría kuhniana*, valedora de tantas críticas por parte de los racionalistas y empiristas, en particular su tesis de la inconmensurabilidad, la cual hacía imposible una evaluación de la posibilidad de progreso en las ciencias, dejándonos en manos del relativismo. Cerrando tal fisura, el estructuralismo pretende haber superado a la tradición enterrando, ahora sí, definitivamente, a la concepción enunciativa de las teorías, pecado que, a pesar de todo, habría cometido Kuhn al utilizarla para sostener tal tesis.

2. La identidad de las teorías

Las teorías científicas son entidades extralingüísticas, son entidades conceptuales que han permitido sistematizar y representar el mundo, pero para reconstruirlas es necesario acudir a las exposiciones que de ellas se han hecho en cada momento, el banco de datos no es otro que los libros de texto especializados(entre otros), en ellos las teorías son presentadas de forma

³⁴La obra de Stegmüller (1973), constituye un análisis exhaustivo de los problemas y retos planteados por la corriente historicista a la filosofía de la ciencia establecida y cómo el Estructuralismo constituye a juicio de su autor, la respuesta más plausible.

sistemática pero siempre parcial, reconstruirlas significa explicitar tanto su aparato conceptual y matemático como los tipos de sistemas físicos a los que de hecho se aplica y explica.

Para ello la concepción estructuralista utiliza los mismos métodos matemáticos de la ciencia y caracteriza una teoría científica como una estructura o especie de estructura definida extensionalmente mediante sus conjuntos de modelos y sus aplicaciones a la realidad reconstruyendo a partir de las exposiciones existentes de la teoría. Este método semántico informal permite definir una teoría, o elemento teórico, como una entidad conjunto teórica, entidad que además, evoluciona históricamente.

La reconstrucción teórica, por lo tanto, incluiría los aspectos dinámicos: el cambio y el desarrollo científico objeto de teorización de la crítica historicista a la Concepción Heredada. En este sentido, y, como veremos más adelante, no son pocas las críticas encaminadas a describir el proyecto estructuralista como un mero formalismo destinado a encajar los elementos del esquema kuhniano.

2.1. La identidad formal

El primer paso de la reconstrucción consiste en definir un predicado conjuntista que explicita la estructura matemática de la teoría y proceder así a la axiomatización informal. Tal esquema de reconstrucción implica una restricción a este programa ya que sólo será efectiva en aquellas teorías con fuerte aparato matemático, las teorías desarrolladas.

Definir un predicado conjuntista consiste en ofrecer una lista de condiciones que debe cumplir cualquier entidad para ser modelo de dicha estructura, en este sentido algunas de las condiciones de definición son internas a la definición misma de la estructura, y otras son esenciales para poder hablar incluso de la existencia de una teoría empírica.

Stegmüller³⁵ había diferenciado entre axiomas impropios, aquellas condiciones de definición estructural de las funciones o conceptos básicos y un dominio, y axiomas propios, consistentes en las leyes o ley fundamental. En el *Architectonic*³⁶ esta nomenclatura es sustituida por "esquema conceptual" y "axiomas" o ley.

Una vez establecidas las condiciones de definición del predicado y para llegar a elucidar su contenido se introduce la caracterización de *especies de estructuras*. En términos generales este mecanismo permite establecer una diferenciación entre aquellas que pertenecen al esquema conceptual y satisface el axioma o ley fundamental de aquellas otras que, aún perteneciendo al esquema conceptual, no satisface el axioma fundamental, aunque podría llegar a satisfacerlo. En otras palabras, la caracterización sugerida por el estructuralismo es la siguiente:

- a. La especie de estructuras que satisface los axiomas impropios, o pertenece al esquema conceptual, y puede satisfacer los propios, el axioma fundamental, una subespecie de las cuales, son las que de hecho lo satisfacen.

- b. La especie de estructuras que satisface una parte de los axiomas impropios o esquema conceptual, pero podría ser expandida hasta satisfacer los propios e impropios, el esquema conceptual básico junto con el axioma fundamental, una subespecie de las cuales, aquellas expandidas de hecho, son las aplicaciones de la teoría.

El contenido del predicado se presenta desde el punto de vista extensional mediante los modelos de la teoría, las entidades que la satisfacen o, lo

³⁵ Stegmüller (1973).

³⁶ Balzer, Moulines, Sneed (1987), 3

que es lo mismo, la subespecie de estructuras que satisfacen el esquema conceptual y axiomas: el conjunto M de modelos de T.

2.2 La identidad semántica.

Hasta este momento hemos caracterizado el "esqueleto" de la teoría, los conjuntos matemáticos se consideran "antecedentes disponibles" e interpretados, pero al estar reconstruyendo una teoría empírica, nos falta aún otro elemento, precisamente el anclaje de estas estructuras con la realidad, o lo que es lo mismo, el aspecto semántico.

Un modelo es una estructura matemática pero, además, se relacionan con algo exterior a la teoría: los sistemas físicos, cuya estructura se corresponde con las descritas por la teoría y sus elementos forman parte del dominio de aplicación de la teoría. La definición de modelo propuesta por la concepción estructuralista es aquella que, a diferencia³⁷ de la usada por los científicos, cuando establecen que un conjunto de ecuaciones es un modelo de unos determinados fenómenos, se acerca más al sentido cotidiano de modelo, en este caso modelo es "la cosa representada" no la "representación de una cosa". Una definición más estricta es la propuesta por Moulines³⁸: *son los correlatos formales de los trozos de realidad que la teoría explica.*

Así pues, para saber de lo que trata la teoría hemos de incluir un nuevo conjunto de elementos, o más estrictamente un conjunto de conjuntos de aplicaciones de la teoría, todos los sistemas físicos que la teoría describe y explica y el conjunto de todos aquellos similares al descrito.

La implicación más inmediata es que la teoría, por lo tanto, no tiene una sola gran aplicación, sino numerosas aplicaciones que se proponen a lo largo de su historia, algunas de las cuales después de todo, pueden no ser aplicaciones efectivas de la teoría. En otras palabras, no existe una aplicación cosmológica de

³⁷ A este respecto véase P. Suppes (1960)

³⁸ U. Moulines, (1982):78

ninguna teoría, sus aplicaciones son locales. El conjunto I de las aplicaciones propuestas es un conjunto abierto ampliado a partir de unas aplicaciones "dadas" históricamente, procedentes del esquema conceptual previo, etc. son las aplicaciones paradigmáticas, el conjunto I_0 .

Podemos ya definir el contenido de un predicado conjuntista de forma extensional como el par $\langle M, I \rangle$, el conjunto de modelos de la teoría, y el conjunto I de aplicaciones que se determina pragmáticamente como un conjunto abierto que se expande a lo largo de la historia de la teoría a partir de un subconjunto extensionalmente dado I_0 de aplicaciones paradigmáticas.

Ahora bien, el conjunto M de los modelos de la teoría, había sido definido como una subespecie de estructuras que satisface tanto el esquema conceptual como el axioma o ley fundamental, pero pueden existir especies de estructuras que satisfagan el esquema conceptual pero que no sabemos si efectivamente cumple la ley fundamental. Se introduce de esta forma una nueva categorización en el conjunto M definiendo el conjunto M_p , el conjunto de los modelos potenciales de la teoría, donde la subespecie de estructuras definidas extensionalmente como M están incluidas en la especie de estructuras definidas extensionalmente como el conjunto M_p : $M \subseteq M_p$, o lo que es lo mismo, M es un subconjunto de M_p , aquellos modelos efectivos de una teoría. En palabras de Moulines³⁹:

Con las estructuras contenidas en M_p conceptualizamos la realidad de determinada manera, la correspondiente al lenguaje de T. Pero con ello, naturalmente, aún no queda garantizado que esa conceptualización sea empíricamente válida y fructífera.

Un elemento más ha de ser tenido en cuenta para dar cuenta de las relaciones semánticas que se dan en el ámbito del conjunto de aplicaciones

³⁹ Ibid, p. 109

propuestas de la teoría y que tienen también una caracterización estructural o modélica importante. Se trata de dar cuenta del hecho de que se pueden producir y de hecho se producen en toda teoría empírica solapamientos parciales de los modelos efectivos de la teoría. En otras palabras, algún elemento del dominio de individuos de una aplicación aparece también en otra aplicación distinta de la misma teoría, eso hace que los modelos de la teoría estén interconectados. A tales relaciones entre los modelos Sneed las llamó *constraints*, y el término castellano utilizado es el de condiciones de ligadura. Formalmente una ligadura constituye a su vez un conjunto de modelos, un subconjunto de M . La clase de ligaduras C , por lo tanto es un subconjunto del conjunto potencia de M . Formalmente, $C \subseteq \text{Po}(M)$.

Una segunda especie de estructuras había sido definida como aquella que satisfacía parte del esquema conceptual pero podría ser expandida hasta satisfacerlo por completo y hasta satisfacer la ley fundamental. Extensionalmente, tal especie de estructuras vienen definidas como el conjunto M_{pp} de modelos parciales posibles, un subconjunto de las cuales lo constituye el conjunto I de aplicaciones posibles. Nuevamente la clase I de aplicaciones es un subconjunto del conjunto potencia de M_{pp} . Formalmente, $I \subseteq \text{Po}(M_{pp})$.

Así pues, hemos caracterizado cinco elementos que se estructuran en torno a dos especies de estructuras:

- a. C , M y M_{pp}
- b. I y M_{pp}

Debemos establecer las relaciones apropiadas entre las dos especies de estructuras caracterizadas semánticamente para atender adecuadamente a tres aspectos básicos:

- a. Es necesario un criterio determinado para establecer en el conjunto total de conceptos de la teoría, qué subconjunto pertenece a la superestructura teórica y cuál al ámbito empírico.

- b. Las combinaciones que establece C en la primera especie de estructuras, en la de los modelos M de la teoría deben ser reflejo de algún tipo de relación que se establezca al nivel de la segunda especie de estructuras. Algún criterio debe permitirnos definir de forma precisa tal relación.
- c. Por último, tal criterio debe permitirnos explicitar cómo se fijan las aplicaciones posibles (de las cuales las propuestas son un subconjunto) de la teoría, en otras palabras su contenido empírico.

El criterio que buscamos para dar respuesta a estas cuestiones constituye el sello identificador de la concepción estructuralista: la opción por una de las distinciones surgidas al caracterizar la dicotomía clásica teórico-observacional como una doble dicotomía. El estructuralismo había optado por desestimar la distinción observable-inobservable aduciendo la imposibilidad de dibujar las fronteras entre una y otra clase. La opción por la distinción teórico-no teórico abre la puerta a los factores pragmáticos necesarios según esta concepción para identificar de forma completa una teoría empírica T.

El criterio, por lo tanto, para poner en relación los elementos de las dos especies de estructuras es la T-teoricidad⁴⁰.

3. La T-teoricidad.

Uno de los problemas clásicos y centrales en la filosofía de la ciencia es cómo dar cuenta de los conceptos teóricos que contiene toda teoría empírica no trivial. La opción estructuralista procede a clasificar los conceptos como pertenecientes a la estructura teórica o a la empírica en base a ciertos rasgos distintivos de las funciones en las que aparecen. Una primera característica

⁴⁰ Son centrales para la comprensión de este criterio los artículos de Balzer y Moulines (1980) y Balzer, Moulines, Sneed (1986), (1987) además de los importantes comentarios críticos de D. Pearce (1981) y R. Tuomela (1978)

pragmática surge ya: la imposibilidad de dibujar el criterio de forma global e independiente, por el contrario, tal discriminación sólo es posible al relativizarla a una teoría T determinada. Dada una teoría T, aquella objeto de reconstrucción, es posible analizar sus funciones y diferenciar aquellas en que todos sus valores pueden determinarse sin presuponer la validez de la teoría T, de aquellas otras en que no se puede determinar sus valores si no es presuponiendo la validez de la teoría, o que haya tenido ya alguna aplicación exitosa. Si la medición de todos los valores de las funciones de la teoría presupusieran la validez de la teoría T, ésta sería válida a priori, y no una teoría empírica. El criterio, por lo tanto, permite diferenciar entre funciones T-teóricas, aquellas que presuponen la validez de la teoría, o que al menos haya sido ya aplicada con éxito, y funciones T-no teóricas, aquellas que pueden ser determinadas acudiendo a una teoría T_1 anterior y válida. Esto además significa presuponer una estructura jerárquica en la ciencia, por ejemplo en la física clásica, el primer nivel estaría ocupado por la geometría física y en los siguientes escalones se situarían las teorías mecánicas hasta el nivel superior ocupado por la termodinámica clásica. La función de distancia, por ejemplo, *sería teórica con respecto a la geometría física y no-teórica con respecto a las teorías que le siguen en la jerarquía*⁴¹. En el *Architectonic*⁴² se propone una definición semiformal del criterio:

Un concepto t es definido como teórico de forma relativa a T (o T-teórico) si toda determinación de (una relación de pertenencia) t en cualquier aplicación de T presupone la existencia de al menos un modelo actual de T.

La determinación de un concepto implica más que su medición, ya que ésta sólo se puede aplicar a las funciones métricas pero no a los conceptos cualitativos que también interesa determinar.

⁴¹ Stegmüller, (1979b) ed. Cast. (1981):34

⁴² Balzer, Moulines, Sneed (1987):55

La distinción está basada en el uso, en términos *wittgensteinianos*, de los conceptos y no en su significado. En otras palabras, es una distinción funcional que no entra en cuestiones lingüísticas, sino en la forma en que se usan las funciones en una teoría T determinada. Pero, estrictamente, la distinción sólo se aplica a las funciones no a individuos o dominio de individuos, éstos han de considerarse siempre como empíricos o no teóricos ya que forman parte de Mpp. Ello significa que los individuos han de venir dados previamente a la teoría T, aunque luego sea ésta la que los explique aplicando funciones T-teóricas al conjunto de individuos proporcionados por las teorías previas. El proveedor de dichos individuos retrocediendo en la jerarquía de teorías que nos llevarían hasta la más básica, en el ejemplo de Stegmüller, la geometría física, sería el escalón anterior a ésta y podría estar constituido por ideas básicas acerca del espacio o, en último término, el lenguaje y conocimiento ordinario. No está exenta de problemas esta consecuencia del estructuralismo, no sólo porque el ámbito empírico parece desvanecerse una vez se ha puesto en marcha una primera teoría, a partir de la cual, no habría que acudir a él sino que vía especialización emergerían todas las teorizaciones sucesivas respecto a ese ámbito o dominio de individuos, sino también porque tal imagen acumulativista del conocimiento científico choca frontalmente con los contemporáneos análisis de la historiografía de la ciencia donde la existencia de las revoluciones científicas suponen un cambio de teoría no entendible desde la opción estructuralista.

Otra característica del criterio, también de carácter pragmático, es que la determinación de la T-teoricidad está históricamente relativizada ya que tiene que basarse en las exposiciones existentes de la teoría, todo el material disponible en el momento en que se use T. Establecer el criterio de forma absoluta es imposible y se caería en el platonismo. Según Stegmüller⁴³ estos problemas, además de otros, como la explicación, la corroboración etc. y todos los conceptos metacientíficos importantes obtendrían un mejor tratamiento si no se pretendiera explicarlos desde la filosofía general de la ciencia, sino en el contexto de las

⁴³ Stegmüller (1979b). ed. Cast. (1981): 61 y ss.

teorías particulares, en este sentido se diferencia entre filosofía general y especial de la ciencia. En la primera se establecerían las condiciones necesarias para estos criterios y conceptos metacientíficos y en la segunda se proporcionan las razones suficientes para teorías concretas.

La distinción T-teórico T-no teórico, por lo tanto, se establece de forma no absoluta a partir de algunas exposiciones de la teoría y se procede a la categorización de los conceptos. El resultado es que la reconstrucción propuesta es una hipótesis que será adecuada si el análisis es fructífero.

Una vez caracterizado el criterio podemos ya establecer las relaciones entre las dos especies de estructuras, y presentar la estructura interna de una teoría T.

4. La estructura interna de una teoría.

Para dar cuenta de ella, y gracias al criterio de la T-teoricidad, podemos ya poner en correspondencia la estructura matemática o formal con la semántica. La especie de estructuras caracterizada extensionalmente como el conjunto M_p de modelos posibles que satisface el esquema conceptual de la teoría, esto es, tanto las funciones T-teóricas como las T-no teóricas, un subconjunto del cual además satisface el axioma fundamental o ley, el conjunto M . En realidad, aunque es algo que debe ser relativizado a cada teoría, normalmente se identifica el conjunto M con el conjunto de las leyes de la teoría.

Podemos caracterizar también ahora a M_{pp} como aquellos fragmentos de M_p que pueden ser interpretados o entendidos de forma independiente a T ya que es la definición extensional de aquellas estructuras en las que no intervienen funciones T-teóricas; en otras palabras, se obtienen de M_p eliminando los conceptos T-teóricos. Tal procedimiento de omitir los términos teóricos puede ser representado por una función: $r: M_p(T) \rightarrow M_{pp}(T)$ donde a cada elemento de M_p le

corresponde sólo un elemento de M_{pp} , por el contrario, a un elemento de M_{pp} generalmente le puede corresponder más de un elemento de M_p . Surge aquí la justificación de la infradeterminación de toda teoría por la experiencia.

La estructura interna de una teoría ya puede ser especificada ordenando todos los elementos introducidos hasta el momento: M_p , M , M_{pp} , C , e I , y afirmando que toda teoría empírica consta de un núcleo estructural K cuyos elementos son: el conjunto de los modelos potenciales M_p , o especie de estructuras que satisface el esquema conceptual; el conjunto de los modelos actuales M , subconjunto de M_p , que además satisface una o varias leyes fundamentales; el conjunto de modelos parciales M_{pp} , cuya estructura coincide con la de M_p y M , ya que se obtienen a partir de éstas suprimiendo las funciones T-teóricas mediante r , también podemos afirmar que M_p es el resultado de expandir teóricamente M_{pp} ; el conjunto de ligaduras C que estableciendo conexiones entre las funciones T-teóricas restringen las posibilidades de combinación en M_p y que constituyen, a su vez, un conjunto de conjuntos de M_p cuyas funciones T-teóricas están ligadas, también podemos restringir su ámbito al conjunto M tal como las habíamos definido. La teoría consta de un segundo elemento: el conjunto I de aplicaciones de la teoría. Una teoría es, por lo tanto una estructura $T = \langle K, I \rangle$ ⁴⁴.

Así pues, el núcleo K de una teoría es una estructura $K = \langle M_p, M, M_{pp}, C \rangle$ cuya relación con ciertos trozos de realidad previamente conceptuados sólo es posible si tales sistemas empíricos son conceptuados como estructuras del tipo de las de M_{pp} . En otras palabras, la relación de K e I se establece al afirmar que el contenido de la teoría es la clase de la serie de modelos parciales que son compatibles con las leyes y las condiciones de ligadura, o lo que es lo mismo, la clase de modelos parciales que sobrevive a las restricciones determinadas por las condiciones de ligadura a todo el conjunto de las posibles combinaciones que pueden darse entre los conjuntos M . Un subconjunto de ese contenido empírico

⁴⁴ Balzer, Moulines, Sneed (1987), 90- 92

total es el conjunto I de aplicaciones propuestas, y un subconjunto de éste es el conjunto de aplicaciones paradigmáticas, o históricamente dadas, I_0 .

A través de este proceso llegamos finalmente a reconstruir la afirmación empírica de la teoría: que algunos sistemas físicos, la clase de aplicaciones propuestas, son miembros del contenido empírico, esto es, son adecuadamente reflejados por los modelos M de la teoría, combinados según C, a través de los modelos parciales resultantes al eliminar los conceptos T-teóricos en esas combinaciones⁴⁵. Formalmente: **I Cn(K)**

La crítica de Dilworth⁴⁶, a nuestro juicio, es acertada. La aserción empírica de una teoría consiste en afirmar que el predicado conjuntista es de hecho aplicable a una de sus aplicaciones propuestas, esto es, que uno de esos sistemas físicos es un modelo conjunto teórico del predicado. Cree Dilworth que es incorrecto pensar que los modelos de los predicados que caracterizan las teorías científicas existan en el mundo real y que, en realidad, revela la incapacidad de la concepción estructuralista para delinear el conjunto de aplicaciones propuestas ya que se restringen a sí mismos al utilizar la teoría de conjuntos⁴⁷.

Para identificar el campo de aplicaciones propuestas se comienza considerando como candidato el conjunto de modelos del predicado usado para caracterizar la estructura matemática de la teoría. La adopción de este conjunto de modelos, esto es, el conjunto de conjuntos a los cuales se aplica correctamente el predicado -constituye su extensión- sólo nos permite decir que la teoría intenta aplicarse a todos y sólo a aquellos estados de cosas a los cuales de hecho se aplica⁴⁸, no a cuáles podría aplicarse y aún más, no ofrece una respuesta clara a la

⁴⁵ Ibid., 92

⁴⁶ C. Dilworth (1981).

⁴⁷ Ibid., 124-125.

⁴⁸ Reconoce Moulines que es necesario un análisis más detallado de la noción de aplicaciones propuestas o intencionales ya que la idea es problemática sobre todo porque su determinación, en gran parte, es pragmática. Pero pragmática no significa relativista o subjetivista, como responde Moulines a las críticas de Weingartner. (Moulines, 1991b, 315). Más recientemente admite que las insuficiencias de una consideración puramente semántico-sincrónica de las teorías se hace totalmente evidente precisamente al plantearse la naturaleza del dominio I, y es por ello que la

cuestión de cómo se relacionan las teorías con los sistemas físicos a los que se aplica y en qué consiste una aplicación exitosa.

4.1 Redes teóricas

La concepción estructuralista proporciona un esquema formal destinado también a dar cuenta de cómo esos elementos estructurales que hasta ahora hemos denominado teorías no son más que un elemento teórico básico que no está aislado, sino que mantiene relaciones con otros elementos teóricos conformando redes⁴⁹. Esto es, las teorías son elementos que forman parte de un entramado mayor y más complejo donde es posible ver además las relaciones entre esos elementos y que son estipuladas como relaciones interteóricas.

Toda teoría avanzada, por lo general no constará de una única ley, por el contrario, lo común es que encontremos todo un conjunto de leyes pero además no están al mismo nivel, unas son más generales, o primitivas, otras más estrictas que presuponen alguna anterior, etc. Unirlas todas y definir un gran elemento teórico supone obviar esta importante característica: la de que existe una clara jerarquización de leyes en toda teoría avanzada.

Por ello, una primera definición informal de red teórica supone dar cuenta de que toda teoría avanzada es en realidad un conjunto de elementos teóricos, enlazados, interconectados mediante la relación de especialización⁵⁰.

Ahora bien, ello supone que las definiciones proporcionadas de elemento teórico (hasta ahora, teoría) y núcleo teórico sufran una variación. En

inclusión de elementos pragmático-diacrónicos son necesarios para terminar de delinear el concepto de teoría. El resultado es que *Es una entidad con bordes imprecisos y constantemente cambiantes que dependen, a su vez de los intereses de una comunidad determinada constituida históricamente.* (Moulines, 1996, 104).

⁴⁹ Tal noción es introducida por Balzer y Sneed en 1977 para dotar de precisión al concepto de “expansión de los núcleos” al proponerse nuevas leyes especiales a partir de las fundamentales y permitir la predicción, así como la propuesta de nuevas aplicaciones de la teoría. Puede hablarse de una segunda etapa en la concepción estructuralista. Así lo considera J. Echeverría (1989), 176

⁵⁰ Balzer, Moulines, Sneed (1987), 168.

particular el conjunto C, hasta ahora, definido de forma global como el conjunto de condiciones de ligadura que representan solapamientos entre los modelos de T, debe precisarse ya que tendremos un conjunto de C (T), internas a un elemento teórico T, pero también, en tanto que todo elemento teórico está relacionado con los otros elementos teóricos que conforman la red, debemos definir también un conjunto de relaciones interteóricas que reflejen también esos solapamientos en el conjunto global de Mp de la red teórica.

Los primeros quedan reflejados en el conjunto global de condiciones de ligadura GC (T) producto de la intersección de todas las condiciones de ligadura para Mp (T). Los segundos constituyen el conjunto global de modelos que dan cuenta de las relaciones teóricas que se establecen entre los elementos teóricos de la red: GL (T), donde los miembros de GL son modelos potenciales que satisfacen las relaciones interteóricas.

Tal variación queda reflejada en las nuevas condiciones de definición del predicado conjuntista que da cuenta de un núcleo teórico como una entidad constituida por cinco componentes. Formalmente, $K = \langle Mp, Mpp, M, GC, GL \rangle$.

Un elemento teórico T sigue siendo una estructura formada por el par $\langle K, I \rangle$ donde a través de las condiciones definidas en el núcleo teórico no es una estructura aislada sino que mantiene relaciones interteóricas importantes con todos los otros elementos de la red. Tales relaciones son variadas y en ellas podemos diferenciar dos grandes tipos:

- a. Aquellas que conectan los valores de unas funciones dadas en un elemento teórico con valores de funciones en otro. Estas son herramientas puramente pragmáticas, útiles para el propósito de determinar valores, y sin que ello signifique ningún tipo de dependencia o subordinación de un elemento teórico respecto a otro.

- b. Las relaciones interteóricas más interesantes son aquellas que no ponen en relación funciones determinadas sino que implican al elemento teórico completo. Tales relaciones, a las que volveremos más adelante son: especialización, teorización, reducción, equivalencia y aproximación. La fundamental para definir una red es la de especialización, gracias a ella surge la estructura arbórea con que podemos representar, según la concepción estructuralista las teorías avanzadas, ya que todas constan de una ley fundamental que se intenta aplicar al rango completo de aplicaciones propuestas, y todas las demás son aplicadas sólo a dominios parciales de tal rango. Tal ordenamiento de las leyes, o elementos teóricos en una red teórica gracias a la relación de especialización, hace posible también el ordenamiento de sus elementos constitutivos, pudiendo establecer la correspondiente red de núcleos y la correspondiente red de aplicaciones propuestas.

Finalmente, al igual que habíamos llegado a reconstruir la afirmación empírica de cualquier elemento teórico $T = \langle K, I \rangle$ como una proposición de la forma $I \text{ Cn}(K)$. Una red teórica cuenta con tantas afirmaciones empíricas como elementos teóricos tenga la red. La afirmación empírica global de la red será, por lo tanto la conjunción de todas las afirmaciones empíricas particulares, y todas se referirán a la misma "base empírica" M_{pp} .⁵¹

5. La identificación de la estructura diacrónica de las teorías

Hasta ahora hemos venido hablando de una teoría empírica como una estructura con unos elementos y unas relaciones determinadas pero en un sentido puramente sincrónico, o mejor, ahistórico. Tras la revolución historicista

⁵¹ Balzer, Moulines, Sneed (1987), 178-179

encabezada entre otros, por Kuhn, unos de los factores ineludibles de todo tratamiento filosófico sobre las teorías es el hecho de que las teorías son, por utilizar el lenguaje biológico, entidades que nacen, se desarrollan y mueren. Así, la definición propuesta del núcleo de la teoría: $K = \langle Mp, M, Mpp, C \rangle$ se corresponde con la parte formal de lo que constituye un paradigma, en términos kuhnianos⁵².

En "Algo más sobre paradigmas"⁵³ Kuhn se propone clarificar los posibles sentidos del concepto "paradigma" ante la plasticidad excesiva⁵⁴ de su uso. Según Kuhn, los usos del término *"se dividen en dos conjuntos que requieren tanto de nombres como de análisis separados. Nuestro sentido de paradigma es global y abarca todos los compromisos compartidos por un grupo científico; el otro aísla una clase de compromiso, especialmente importante y es, por consiguiente, un subconjunto del primer sentido"*⁵⁵.

Ese primer sentido de paradigma, el global, entraña todos aquellos compromisos que una comunidad científica mantiene y que, a la inversa, hace posible que podamos hablar de la existencia misma de una comunidad científica. Para este primer sentido propone Kuhn una nueva terminología: la de *matriz disciplinar*. Aunque la concepción estructuralista mantiene el término paradigma en lugar del de matriz disciplinar, afirma que el núcleo de la teoría tal como ha quedado caracterizado mediante el predicado conjuntista, es el correlato formal de ese sentido amplio de paradigma.

La matriz disciplinar consta de tres elementos: las generalizaciones simbólicas o componentes formales de la matriz, los modelos analógicos, o

⁵² Esto inicialmente, es decir, en los primeros textos estructuralistas como Stegmüller (1973), ya que con las variaciones introducidas parecen estar más cerca de los programas de investigación lakatosianos. Este aspecto lo valoraremos más adelante a propósito de la respuesta estructuralista a los episodios de revolución científica.

⁵³ T. S. Kuhn, Capítulo XII de *La tensión Esencial*, (1982). Estudio publicado también bajo el título 'Segundas reflexiones acerca de los paradigmas' en F. Suppe (ed.) (1974). También está publicado bajo el título *Segundos pensamientos sobre paradigmas*, (1978). Las referencias son de la primera edición señalada.

⁵⁴ Algunos autores han encontrado hasta veintidós usos diferentes del término. Véase M. Masterman (1970)

⁵⁵ T.S Kuhn (1982), 318.

heurísticos que sirven de guía a la investigación, y los ejemplares o soluciones tipo de problemas tipo que funcionan como paradigmáticos.

El término "ejemplar" denota aquel segundo sentido de paradigma incluido en el primero, más amplio. La concepción estructural llama a esto "aplicaciones paradigmáticas": el conjunto I_0 , o subconjunto del conjunto total de los modelos parciales de la teoría. Son parciales, en el sentido ya apuntado, de que en ellos no aparecen funciones T-teóricas, y paradigmáticas en el sentido de que sirven de ejemplos para el uso de la teoría en otros ámbitos diferentes o para identificar una nueva aplicación, al tiempo que constituyen las primeras aplicaciones exitosas de la teoría.

Núcleo y aplicaciones paradigmáticas (subconjunto de las aplicaciones propuestas I) se corresponden, por lo tanto, con la matriz disciplinar kuhniana y constituyen los supuestos básicos, indiscutibles, con los que se trabaja durante el periodo de ciencia normal. Con ello se habría ofrecido un formalismo conjuntista para conceptos ya tradicionales en la filosofía de la ciencia, si bien muchas veces utilizados de forma poco nítida.

Pero esta caracterización, como ya habíamos adelantado, sólo nos ofrece una visión sincrónica de las mismas. Debemos preguntarnos si la concepción estructuralista, aunque en principio no diseñada para encajar los conceptos kuhnianos, puede dar cuenta de la evolución de las teorías, de sus procesos dinámicos de formación y cambio.

6. La evolución diacrónica

Podemos, por tanto, dotar a nuestro esquema inicial de nuevos elementos que nos permitan hablar de su evolución diacrónica definiendo una red teórica como formada por un conjunto de elementos teóricos (teorías o leyes

fundamentales) que, a partir de un primer elemento teórico, se despliegan a lo largo de un periodo temporal en forma de redes⁵⁶. Cada elemento teórico tiene la forma $\langle K, I \rangle$, donde las leyes que forman parte de cada uno de esos elementos son especializaciones de la ley fundamental original, o ley fundamental del elemento teórico básico de la red. El modelo analógico de tal estructura es la de un árbol invertido, donde a partir de un tronco común, surgen las futuras ramificaciones. El surgimiento y desarrollo de tales ramificaciones ilustra el tipo de actividad que se da en el periodo de ciencia normal kuhniano.

Así, en tanto sólo tengamos en cuenta un intervalo histórico se puede mostrar el estado o estructura estática de la red teórica. Si hablamos de sucesión de intervalos obtenemos sucesiones temporales de redes teóricas donde podemos encontrar sucesivos refinamientos de los elementos teóricos y propuesta de nuevas aplicaciones, esta es la razón de que el conjunto I de aplicaciones propuestas sea definido como un conjunto abierto, a lo largo de la historia de la teoría tal conjunto sufrirá modificaciones. Para dar cuenta de ello, el estructuralismo introduce⁵⁷ dos factores fuertemente pragmáticos en el formalismo y que a falta de una pragmática sistemática serán tratados como conjuntos borrosos: H o intervalo histórico determinado y CC o comunidad científica, en tanto que toda aplicación propuesta es relativa a un momento histórico determinado y a la comunidad científica que la propone. De esta manera se explicita ya que la Historia de la Ciencia es imprescindible a la hora de averiguar cuales son las aplicaciones paradigmáticas y cuales las sucesivas propuestas de aplicación de la teoría, en otras palabras, hay que averiguar cómo nació la teoría y cómo evolucionó. Estamos intentando dar cuenta, por lo tanto, del periodo de ciencia normal en términos kuhnianos.

⁵⁶ U. Moulines (1979) ofrece un análisis de la fecundidad de la noción de red teórica para dar cuenta no ya de las relaciones sincrónicas de diferentes elementos teóricos sino para dar cuenta de la evolución de las teorías. Ofrece una aplicación al caso de la evolución de la mecánica newtoniana. Tema que desarrolla en U. Moulines (1982).

⁵⁷ U. Moulines (1982), 112. Estos conceptos no aparecen en la propuesta sneediana original pero U. Moulines considera que una reconstrucción más apropiada del dominio de aplicaciones propuestas debe incluir estas nociones de comunidad científica e intervalo histórico en tanto que toda propuesta es relativa a ellas aunque son nociones necesariamente vagas. Estos conceptos pragmáticos primitivos son introducidos en el formalismo en U. Moulines (1979), 418.

Popper había dicho que la actitud del científico normal es lamentable ya que es la actitud de un profesional sin espíritu crítico, que toma la doctrina dominante como una moda, no la pone en cuestión nunca y exige de sus estudiantes que adopten la misma actitud acrítica⁵⁸. Tal es la idea que Kuhn se ve obligado a revisar explicitando que la actividad propia del científico durante el periodo de ciencia normal, la de *resolución de rompecabezas*, no implica sólo la habilidad del experimentador para resolver problemas aplicando la teoría que sostiene, sino que tal actividad es más compleja, ya que incluye también los procesos de elaboración, modificación o rechazo de hipótesis. En terminología estructuralista, a pesar de que la teoría sigue siendo la misma: <K,I>

- a. pueden descubrirse nuevas aplicaciones de la teoría y nuevas conexiones entre ellas mediante condiciones de ligadura adicionales y
- b. pueden postularse nuevas leyes especiales para algunas de las aplicaciones conocidas.

6.1 El descubrimiento de nuevas aplicaciones

El científico en el periodo de ciencia normal busca nuevos sistemas físicos que puedan ser también aplicaciones efectivas de la teoría, es por ello que el conjunto I de aplicaciones de la teoría es un conjunto abierto que se desarrolla en el tiempo y que permite que la teoría se vaya expandiendo al ir encontrando nuevas parcelas de la realidad que puede explicar, al tiempo que es posible encontrar nuevos solapamientos entre los modelos propuestos explicitándose en

⁵⁸ K. Popper (1970), 51-58. A juicio de Stegmüller este es un claro ejemplo de la desafortunada mala interpretación de la propuesta de Kuhn por parte de Popper quien arremete contra él en este texto de 1970. En realidad, sugiere Stegmüller, toda la propuesta filosófica de Popper, su teoría de la falsificación y corroboración, se aplica justo al periodo de ciencia normal en el sentido de Kuhn y no a la investigación extraordinaria. (Stegmüller, 1979 a, 114).

nuevas condiciones de ligadura. En otras palabras, el plano empírico de la teoría puede irse acrecentando y mostraría de esta forma su poder explicativo.

El concepto de "disponer de una teoría" obtiene así un sentido concreto⁵⁹: el científico utiliza la teoría para investigar nuevas parcelas de la realidad que puedan convertirse en aplicaciones de la teoría. En este sentido se habla de paradigma como el marco que da las condiciones de posibilidad de las construcciones sobre la realidad, al tiempo que restringe o elimina otras posibles.

La identificación del dominio de aplicaciones propuestas no puede ser realizada de forma completa en términos formales. Los medios a nuestro alcance para dibujar las fronteras de tal dominio son de tres tipos:

- a. Utilizando las descripciones estructurales de los modelos puede establecerse de manera formal un conjunto de interpretaciones propuestas básicas, son aquellas que surgen de teorías previas o constituyen las primeras aplicaciones exitosas de una novel teoría. El significado de los términos que aparecen es además no problemático y puede venir *más o menos determinado por una semántica general de los científicos que, aunque no establecida, cumple unos requisitos mínimos.*

Otros dos medios para identificar el conjunto de las aplicaciones I son fuertemente pragmáticos:

- b. El "*método paradigmático*" que consiste en comenzar con algunos ejemplos nucleares concretos de aplicación de la teoría y tratar de ir acrecentando el conjunto de tales aplicaciones paso a

⁵⁹ El análisis estructuralista de estos conceptos kuhnianos han sido presentados a menudo por sus defensores como la vía que permite analizar la noción de *ciencia normal* alejándola de la lectura o impresión de irracionalidad. Stegmüller (1979b), ed. Cast. (1981), 72

paso a través de consideraciones intuitivas de analogía. Kuhn da cuenta de tal situación al explicitar las habilidades del científico en el periodo de ciencia normal: junto con la habilidad para resolver problemas aplicando el aparato técnico y conceptual del paradigma, el científico también desarrolla la habilidad de encontrar nuevas situaciones donde aplicar con éxito las leyes al identificar problemas no tenidos en cuenta hasta entonces, susceptibles de poder ser tratados como los ya resueltos, pudiendo incluso anticipar el resultado (aunque, obviamente el rigor científico obliga a someter a la nueva situación a todo tipo de controles experimentales) ya que es capaz de ver una determinada situación como "semejante a" otra ya tratada.

- c. Por último, el "*método de autodeterminación*" también es utilizado para dar cuenta del dominio de I. Este método pone en juego al propio formalismo de la teoría, ya que éste decide, en muchos casos qué es una aplicación de ella misma.

La combinación de todos estos métodos posibilita que se pueda determinar el dominio empírico de una teoría en el curso de su evolución histórica.

La crítica presentada ya en la exposición de los elementos básicos del estructuralismo⁶⁰ aunque sin tener en cuenta el aspecto diacrónico sigue estando presente: el círculo vicioso al que parece llevarnos siempre el estructuralismo al utilizar la teoría como medio para determinar sus propias aplicaciones, y por lo tanto a su autoverificación. La respuesta del estructuralismo⁶¹ *es que no puede*

⁶⁰ Nos referimos fundamentalmente a la expresada en Dilworth (1981) quien insiste en la incapacidad del Estructuralismo para mostrar cuáles podrían ser las aplicaciones de una teoría. Por el contrario, los recursos del formalismo estructuralista sólo permite presentar aquellas aplicaciones exitosas de la teoría, de ahí la crítica de la autoverificación. Y la situación no cambia al introducir el aspecto diacrónico ya que a lo sumo se identifica aquellas aplicaciones que se propusieron en un momento histórico determinado y tuvieron éxito.

⁶¹ Stegmüller (1973), ed. Cast. (1983), 248-253

hablarse de autoverificación ya que los núcleos estructurales y sus ampliaciones no son el tipo de entidades a las que puede atribuirse los predicados de 'verificado' o 'falsado'. Es en este punto donde su constructivismo se hace más que evidente, aunque para los defensores de la concepción estructuralista, esto no implica nunca arbitrariedad o irracionalidad, la utilización de la teoría como medio para determinar sus propias aplicaciones no contiene ningún elemento irracional.

La crítica, por tanto, o la sospecha de que se trata aquí de una autoverificación de la teoría es del todo injustificada, según Stegmüller⁶², si atendemos a los siguientes puntos:

- a. La caracterización de las aplicaciones propuestas por medio de una lista de paradigmas tiene sin duda como consecuencia una vaguedad potencial ineliminable por principio. Pero esta vaguedad no implica arbitrariedad al decidir qué pertenece a I.
- b. La descripción no extensional del dominio de aplicaciones de una teoría garantiza la inmunidad de la teoría frente a falsaciones posibles. Esta inmunidad significa ciertamente una disminución de riesgo para el físico teórico, pero no es ningún síntoma de una conducta insensata o irracional.
- c. El hecho de que una teoría sirva ella misma como medio para determinar sus propias aplicaciones tampoco significa que se busque refugio en un método oscurantista de autoverificación de la teoría. Por el contrario, este procedimiento es metodológicamente inobjetable y tiene además el efecto positivo de reducir a un mínimo o eliminar totalmente la vaguedad subyacente al método del conjunto de ejemplos paradigmáticos. Además sólo así es posible aplicar el método de los ejemplos

⁶² Ibid., 253

paradigmáticos para caracterizar exactamente un conjunto de aplicaciones propuestas.

6.2. La introducción de leyes especiales

Las contribuciones a la teoría al tomar en cuenta un periodo histórico no se dan sólo al nivel empírico, también se producen cambios en el plano teórico. Uno de los más evidentes es la introducción de leyes especiales, más estrictas que la ley fundamental y que permiten, por lo tanto hacer predicciones más exactas.

Stegmüller establece que, estrictamente hablando, estas leyes no forman parte del núcleo estructural⁶³. Se proponen para cierto tipo de aplicaciones y, por lo tanto, son ampliaciones del núcleo. Propone también esta otra definición: una ley especial es una subteoría generable a partir de la teoría general por medio de especializaciones de núcleo.

Condiciones:

$$\langle K, I \rangle \rightarrow \langle K', I' \rangle$$

$$M' \subseteq M, C' \subseteq C, I' \subseteq I.$$

Si esto es válido existe otra condición: $M'_{pp} \subseteq M_{pp}$.

En el *Architectonic* la adición de leyes especiales a partir de las ya existentes fundamentales, desde un punto de vista modelo-teórico debe ser establecida como un subconjunto $M'(T)$ de $M(T)$ determinado por un predicado conjunto-teórico que satisface condiciones más restrictivas y que se intenta aplicar a un rango empírico más limitado, un subconjunto de $I(T)$. El resultado será un elemento teórico que tendrá un radio más restringido que el original, pero que

⁶³ Ello garantiza, además, la infalsabilidad de la teoría quedando así a salvo del fracaso del teórico. Seguir manteniendo el compromiso con esa teoría a pesar de este fracaso no lo convierte en irracional. En este punto es más que evidente la filiación estructuralista con el esquema lakatosiano de los programas de investigación científica al tiempo que se introduce la posibilidad de una reconciliación con el falsacionismo popperiano, entendiendo que tal falsación atañe siempre a estas leyes especiales y no al núcleo teórico protegido. (Stegmüller, 1973, ed. cast. 1983, 242).

tiene la misma estructura; los mismos conceptos primitivos y la misma distinción entre el nivel teórico y el no teórico. En otras palabras, aunque las clases de M, C, IL, e I del nuevo elemento teórico serán subconjunto de los originales, las clases Mp y Mpp serán los mismos conjuntos. Todos los elementos teóricos de una red tienen los mismos conjuntos Mp y Mpp. Es la condición esencial para que podamos afirmar que todos tienen la misma estructura conceptual.

Aunque las relaciones interteóricas pueden jugar un rol importante en este nivel de análisis no aparecen en el formalismo ya que su reconstrucción implica la reconstrucción de otras teorías junto con la que es objeto de nuestro análisis.

En los aspectos 6.1. y 6.2. puede hablarse de progreso empírico en el caso de que a lo largo de un periodo histórico de hecho la teoría haya logrado aplicarse con éxito a nuevas parcelas de realidad, acrecentando así su contenido empírico, y puede hablarse de progreso teórico en el caso de que nuevos elementos teóricos vayan surgiendo a partir de uno primitivo y fundamental.

6.3 La cinemática normal de una teoría

El análisis presentado da cuenta de algunos aspectos ya introducidos en versiones anteriores al *Architectonic* y que a medida que el formalismo fue mostrando los primeros éxitos de aplicación, al tiempo que sus carencias, ha sido enriquecido paulatinamente. Este es el caso, más que en otras parcelas, de los conceptos pragmáticos destinados a dar cuenta de la evolución teórica, si bien ya desde las primeras páginas se nos advierte que no es posible dar cuenta de todos los aspectos diacrónicos de las teorías empíricas. Es esta una de las carencias fundamentales del estructuralismo: a pesar de que el formalismo es pragmáticamente enriquecido, los aspectos dinámicos, esto es, las causas que provocan un cambio de teoría, las revoluciones y otros aspectos centrales en la

historia y filosofía de la ciencia, no son tratados directamente por el estructuralismo.

La evolución de una red teórica, mostrando sus sucesivos estados temporales, o la evolución "normal" de la ciencia de Kuhn, pero también los "programas de investigación de Lakatos", o "los ideales de orden natural" de Toulmin son 'nociones vagas' que el estructuralismo quiere hacer precisas.

Para ello, las definiciones "sincrónicas" de elemento teórico y red teórica sufren una nueva transformación para dar cuenta de los aspectos diacrónicos, lo que supone un enriquecimiento pragmático de la misma idea, lo cual no supone hacer historia sociológica de la ciencia.⁶⁴

Moulines había introducido⁶⁵ los conceptos: comunidad científica CC o SC, y periodo histórico h. El análisis de estos componentes hace que además debemos hablar de generaciones G. Cada G en SC es asociada a un periodo histórico, el periodo durante el cual un grupo perteneciente a SC es científicamente activo. SC por lo general, sobrevive a cualquiera de sus miembros. Además un periodo histórico h, tampoco acogerá la evolución total de una teoría, sino que debemos hablar de una sucesión de periodos h, cada uno con características específicas cuya secuencia finita constituye la historia H de la teoría, su evolución, desde su "nacimiento" hasta su "muerte".

Así pues, T es un elemento teórico diacrónico⁶⁶ si existen, K, I, SC, h, y G tal que,

(A) $T = \langle K, I, G \rangle$

(B) $\langle K, I \rangle$ es un elemento teórico

(C) SC es una comunidad científica

(D) h es un periodo histórico

⁶⁴ Balzer, Moulines, Sneed (1987), 210

⁶⁵ Moulines (1979), 418 y (1982), 112

⁶⁶ Balzer, Moulines, Sneed (1987), 216

(E) $g(h, SC) = G$

(F) G intenta aplicar K a I

Tal elemento teórico diacrónico, a su vez, en tanto perteneciente a una red teórica, también mantiene relaciones con otros elementos teóricos diacrónicos, la relación principal entre elementos teóricos era la de especialización: σ_d . La relación entre elementos teóricos diacrónicos es la de especialización diacrónica σ_d pero ésta no es una mera traslación al ámbito diacrónico de la anterior relación de especialización. Si ésta cumplía los requisitos de especialización nuclear y especialización teórica, la diacrónica supone algo intermedio entre una y otra especialización ya que, aunque implica especialización nuclear contiene además una condición en la relación entre los respectivos dominios de aplicación de los elementos teóricos diacrónicos que estemos considerando⁶⁷. Esta condición daría cuenta de muchos casos en la historia de la ciencia donde ambos elementos deben tener aplicaciones en común ya que hablamos de la misma red, pero el requerimiento de inclusión $I' \subseteq I$ de la especialización teórica no se cumple, y ello porque en la evolución teórica, en el paso de T a T' algunas aplicaciones de T pueden ser dejadas de lado por T' al tiempo que T' puede encontrar nuevas aplicaciones no tomadas en cuenta por T. Una situación que, aunque no reflejada por la historia de la ciencia, pudiera darse es la siguiente:

T'' es una σ_d de T', T' es una σ_d de T pero T'' no es una σ_d de T porque $I'' \cap I = \emptyset$

Otra situación diferente que hemos de tener en cuenta en el formalismo es que un elemento teórico en un periodo histórico h dado es una especialización de otro elemento teórico en un periodo h diferente y previo, pero también puede ser una especialización de un elemento teórico en el mismo periodo. Como en este caso g es la misma, tal función de generación es la que nos

⁶⁷ U. Moulines (1982), 114-115.

permite determinar de una forma más exacta el periodo que estamos tomando en consideración.

Podemos ya definir una red teórica diacrónica⁶⁸ si existen $|N|$, y σ_d tal que,

- (A) $N = \langle |N|, \sigma_d \rangle$
- (B) $|N|$ es un conjunto de elementos teóricos diacrónicos
- (C) σ_d es una relación de especialización diacrónica en $|N|$
- (D) Para todo $T, T' \in |N|$: $G(T) = G(T')$

Si N es una red teórica, existe sólo un periodo histórico h y una sólo comunidad científica SC . Esto significa que dado N y su periodo histórico asociado h_N el formalismo nos proporciona una visión estática de N no su evolución, ya que todos los elementos teóricos son considerados durante el mismo periodo histórico. En este sentido el rango total de aplicaciones $I(N)$ no incorpora las posibles desestimaciones de alguna aplicación que de hecho se dan en la historia de la ciencia a lo largo de una evolución.

Debemos tener en cuenta además que pueden existir distintas N asociadas al mismo periodo histórico, esta situación es la que describe Lakatos en su metateoría como "programas de investigación competidores". Kuhn, sin embargo negaría tal posibilidad en la ciencia madura.

Para dar cuenta de ello es necesario poner estas estructuras "en movimiento": el estructuralismo introduce una nueva función en el formalismo y es la sucesión de periodos temporales h_N, h_{N1} de tal manera que una evolución teórica E se produce en un periodo histórico H que constituye la vida completa de la red N pero podemos atender a cada una de las secuencias de la evolución teniendo en cuenta además que incluir una nueva ley o elemento teórico e incluir o rechazar una aplicación supone un cambio en N si bien no significa que la teoría haya cambiado según el estructuralismo.

⁶⁸ Balzer, Moulines, Sneed (1987), 217.

Formalmente, E es una evolución teórica si existen N y N' como sucesora inmediata de N y se da por lo tanto también la sucesión de periodos temporales que nos permite identificar tal sucesión de la red. La condición fundamental para que podamos hablar de una evolución teórica es que para todo $T_{i+1} \in \mathbb{N}_{i+1}$ existe un $T_i \in \mathbb{N}_i$ tal que $T_{i+1} \text{ s}_d T_i$ ⁶⁹

Esta condición es esencial para asegurarnos de que estamos hablando de la misma teoría, o de la "*genidentidad de la evolución teórica*"⁷⁰, así como la condición de que haya una única SC asociada a una evolución teórica da cuenta una vez más que estamos hablando de una evolución "guiada por paradigma" o "ciencia normal" kuhniana. En otras palabras, el "hilo de identidad" que corre a través de toda la evolución teórica gracias a la especialización nuclear implícita en la relación de especialización diacrónica, hilo que no es meramente formal ya que hay coincidencia parcial entre los sucesivos dominios de aplicación, permite que se pueda afirmar la genidentidad de la red no sólo en el aspecto formal sino como "*teniendo el mismo propósito de explicar un cierto dominio de fenómenos*"⁷¹. Pero, ¿asegura esto que sea el mismo paradigma?, las revoluciones no suponen una traslación del dominio de fenómenos a explicar, todo lo contrario, allí donde una teoría no ha sido fructífera para explicar unos determinados fenómenos que se consideran importantes suele ser el "caldo de cultivo ideal" para hipótesis nuevas y radicales.

Por otro lado, tal como se ha establecido, la T-teoricidad aplicada sólo a las funciones no a los individuos es obvio que estamos hablando del mismo dominio de fenómenos ya que éstos están siempre dados, en este sentido, es esencial para la genidentidad de la red el que en los conjuntos sucesivos de I a

⁶⁹ Balzer, Moulines, Sneed (1987), 215.

⁷⁰ Ibid., 219

⁷¹ Ilustra este aspecto, además, la presencia de actitudes científicas proposicionales, ya que 'G intenta aplicar K a y' o 'estas aplicaciones son intentadas por alguien, esto es, por una particular comunidad científica en un momento histórico determinado' convierte al rango de 'aplicaciones intencionales' entendido hasta ahora en sentido abstracto en un ámbito con significado histórico e intencional preciso. (Balzer, Moulines, Sneed, 1987, 215)

través de la evolución de la red al menos una de las aplicaciones se mantenga constante, evitando la posibilidad de que el conjunto I primero y el conjunto I final no se refieran al menos parcialmente al mismo conjunto de fenómenos⁷².

7. La evolución guiada por paradigma

Gracias a los recursos mostrados hasta ahora por el estructuralismo se puede afirmar con Stegmüller⁷³ que se ha adquirido una comprensión lógica de los procesos descritos por Kuhn. La tarea del filósofo de la ciencia, a diferencia de la practicada por los racionalistas críticos al intentar combatir y superar las tesis kuhnianas, es la de tomar en cuenta y elaborar lógicamente los resultados de un historiador de la ciencia como Kuhn. El concepto de *disponer de una teoría* más que cualquier otro da cuenta y explica, en gran medida, el concepto de ciencia normal. En tal periodo se pueden dar y de hecho se dan, numerosos cambios en el cuerpo teórico, pueden existir convicciones diversas acerca de la aplicabilidad de la teoría a ciertos ámbitos etc, y, sin embargo, la comunidad científica dispone de la misma teoría. Ello supone explícitamente que tal teoría está inmunizada a varios niveles de tal manera que la experiencia contradictoria en un momento de la evolución no supone el abandono de la teoría.

⁷² Como veremos más adelante esta condición es esencial al estructuralismo ya que, aunque mantienen que en este caso nos encontraríamos ante casos de inconmensurabilidad total donde dándose la condición de sucesión temporal no se aseguraría que ambas teorías tuvieran algo que ver entre sí, convirtiéndose en un ejemplo de inconmensurabilidad trivial, lo cierto es que la aceptación de las revoluciones científicas, tal como las definió Kuhn, convertiría al estructuralismo en estéril al no poder conectar las teorías al menos gracias a la permanencia de algún elemento del conjunto de aplicaciones. Véase Díez y Moulines (1997): 458. Pero esto es convertir a Kuhn en Lakatos. Y, si bien es cierto que la tesis de la inconmensurabilidad ya no es defendida de forma generalizada, las propuestas provienen precisamente de la superación de la idea de comparabilidad formal, optándose por la posibilidad de la comparación y comprensión gracias a la ‘inmersión conceptual’ e interpretación de los paradigmas. Recordemos que para el propio Kuhn la inconmensurabilidad no implicaba incomparabilidad, ya que si bien en la primera edición de Kuhn (1962) aparecía el término ‘incomparable’ en vez de ‘inconmensurable’, en la ‘Postdata de 1969’ utiliza este último término posibilitando así la comparabilidad, si bien ésta ya no puede producirse desde el enfoque sintáctico. (Kuhn, 1970)

⁷³ Stegmüller (1974), 517

Según Stegmüller, lejos de ser estrategias inmunizadoras de los científicos constituye una propiedad interna de las teorías⁷⁴. Los adversarios racionalistas y empiristas de Kuhn no estarían en lo cierto al tachar de irracionales a los científicos que ante instancias falsadoras siguen confiando en la teoría, al contrario, una falsación⁷⁵ no significaría sino que el científico no ha tenido éxito al expandir teóricamente un núcleo o al encontrar una posible aplicación. En otras palabras, de finitos intentos fracasados no se puede inferir la imposibilidad total de conseguir un éxito al siguiente intento.

Ya habíamos presentado cómo el núcleo y las aplicaciones paradigmáticas se correspondían con los conceptos kuhnianos "matriz disciplinar" y "ejemplares" una vez que el concepto "paradigma" había sido convenientemente matizado por Kuhn. Tal paradigma ahora puede ser definido de forma conjuntista por el par $\langle K_0, I_0 \rangle$, el núcleo del elemento teórico y un conjunto de aplicaciones propuestas.

Podemos definir también la evolución completa de una red como una evolución guiada por un paradigma si todos los núcleos que pueden aparecer en cualquier red en la evolución teórica son especializaciones del núcleo paradigmático K_0 y si los elementos de cualquier aplicación propuesta en cualquier red mantiene una relación de similaridad de estructura con los elementos de I_0 . Sin embargo no se requiere que estos elementos paradigmáticos constituyan el primer elemento teórico de la evolución, después de todo puede que no sean reconocidos como tal sino mucho después.

Aún así, la evolución guiada por paradigma característica del periodo de ciencia normal queda caracterizada y justificada lógicamente según el estructuralismo con el modelo presentado de evolución de redes arbóreas, un conjunto no lineal de elementos teóricos relacionados entre sí gracias a la relación de especialización diacrónica, la cual a su vez da cuenta de las aplicaciones

⁷⁴ Ibid.

⁷⁵ Veáse también Stegmüller (1973), ed. cast. (1983), 242

efectivas de la teoría, las desechadas en un intervalo h determinado y las nuevas aplicaciones exitosas que provocan cambios importantes en la red a través de su evolución pero que, a pesar de los cambios, podemos afirmar su identidad a través de todo el proceso.

Un cambio radical en la red puede ser evaluado como un cambio de tal identidad. En este caso, estamos ya situados en otro tipo de proceso, el denominado por Kuhn periodo de ciencia revolucionaria, o revoluciones científicas. El estructuralismo evalúa estos tipos de cambio en el marco de las relaciones interteóricas globales donde la relación de reducción permite trazar un puente entre redes teóricas diferentes nuevamente a través de sus elementos teóricos constituyentes. En este caso el análisis procede a constituir un conjunto de condiciones que debe satisfacer tal relación para que podamos justificar lógicamente el que podamos hablar de la existencia de un cambio de núcleo teórico principal y por tanto un cambio de identidad de la red.

El que esta justificación y descripción del cambio encaje, tal como en el caso de la ciencia normal, los procesos revolucionarios kuhnianos y su tesis de la inconmensurabilidad es una cuestión abierta que trataremos de analizar.

8. Las relaciones interteóricas globales

El problema de la identidad de una teoría científica ha sido el hilo conductor de la exposición, desde la visión sincrónica o estática de una estructura a la mayor complejidad de ésta al dar cuenta del hecho de que una teoría es un conjunto de elementos teóricos organizados arbóreamente, lo cual obligaba a introducir la relación de especialización para justificar el hecho de que a partir de un elemento teórico primitivo, normalmente identificado con la ley fundamental válida para todas las aplicaciones, se introducen, además, leyes especiales que dan cuenta de aspectos más finos de algunas aplicaciones, constituyendo redes. Y

aunque dejaremos para el capítulo dedicado a la dinámica de la ciencia cómo estas redes evolucionan, podemos preguntarnos si la caracterización de una teoría empírica, su identidad, es ya completa o si, por el contrario, las relaciones que esta "teoría" puede mantener con otras son también esenciales a esa identidad.

La estrategia utilizada en el *Architectonic*⁷⁶ para resolver esta cuestión es la misma que nos ha permitido caracterizar hasta el momento la estructura de una red . Esto es, considerar en un primer momento las relaciones posibles entre elementos teóricos de redes diferentes y extender tales relaciones a estructuras cada vez más complejas. Tal proceso de análisis permitirá conocer si las relaciones interteóricas globales son o no esenciales a la identidad teórica.

En el *Architectonic* se mantiene la hipótesis de que son esenciales a las teorías, su identidad no es completa si no tenemos en cuenta tales relaciones ya que se muestra cómo éstas son relevantes para su comprensión y aplicación.

8.1 Los enlaces interteóricos

Constituyen un conjunto de enlaces que unen los modelos de una teoría con otras estructuralmente diferentes. Una clase sumamente importante de estos enlaces son los que proporcionan los "datos para T", son aquellos que permiten determinar las funciones t-no teóricas al identificarlas o conectarlas con funciones que aparecen en un elemento teórico anterior y/o presupuesto. Pueden ser llamados *enlaces de presuposición*.

Sin embargo la idea general de "enlace" refiere a un contexto mucho más amplio que éste de proporcionar la base no teórica de T, aunque es esta una función importantísima dentro de la concepción estructuralista, ya que, por el

⁷⁶ Balzer, Moulines, Sneed (1987), 247 y ss.

momento, no parece haber otra forma de obtener una base empírica para la construcción de T.

La mera presencia de un enlace entre dos elementos teóricos para un concepto dado en T por sí mismo no implica que el concepto es T-no teórico. En realidad, los conceptos T-teóricos pueden estar unidos a conceptos de teorías T', T'', ... sin perder su carácter teórico, porque estos enlaces sólo son tomados en cuenta si "tienen que ver" con los modelos M de T. Esto es, los enlaces de un concepto teórico f con otras teorías puede ayudar a determinar f en una forma más precisa pero si siempre presupone las leyes fundamentales y alguna especial de T, entonces f seguirá siendo T-teórico. La situación es de alguna manera similar a la de la presencia de condiciones de ligadura: al requerir que una cierta función teórica encaje una condición de ligadura dada ayuda a determinar su valor, pero esto no elimina su carácter teórico.

Nos encontramos por lo tanto ante dos situaciones diferentes:

- a. Los enlaces que unen los valores de una función dada con valores de otra función en otro elemento teórico estructuralmente diferente, sin que se subordine o haga dependiente una teoría de la otra. Son enlaces aislados que no pertenecen a una estrategia general para unir toda T con toda T'. Son un instrumento útil para determinar valores de funciones.
- b. Aquellos enlaces que forman parte de una estrategia general para relacionar una teoría completa con otra teoría completa. Estos enlaces aparecen en racimos o grupos y tomados de forma conjunta proporcionan una "relación interteórica global"

Estas pertenecen a distintos tipos o categorías y cada tipo viene definido a través de ciertas condiciones generales. La definición propuesta en el *Architectonic* es ésta:

Una relación interteórica global R es del tipo K cuyas condiciones modelo teóricas son $C_1...C_n$, para cada par de teorías $\langle T^, T \rangle$ que esperamos que sostienen la relación R, se reconstruyen los enlaces $l_1...l_n$ entre T^* y T e investigamos si tomadas conjuntamente satisfacen $C_1...C_n$.⁷⁷*

Los tipos de relaciones interteóricas globales⁷⁸ son la de especialización, una relación ya conocida a nivel de los elementos teóricos. Sus condiciones modelo-teóricas eran de dos tipos: Identidad entre los conjuntos M_p y M_{pp} y relación de inclusión entre el resto de los componentes. La relación denominada teorización y ya tratada también de manera informal: T^* es una teorización de T si los conceptos T^* no-teóricos son conceptos pertenecientes a T. En este caso es posible además establecer grados de teorización constituyendo una teorización fuerte aquel caso en que todos los conceptos T^* no-teóricos provengan de T (un ejemplo perfecto es el trasvase de los conceptos cinemáticos galileanos constituyendo la base no teórica de la dinámica newtoniana) y una teorización débil en el caso en que sean sólo algunos conceptos los recogidos por T^* . Y, por último, la relación de reducción que es el tipo de relación interteórica global más importante ya que es particularmente central para establecer la visión diacrónica de la ciencia y tradicionalmente ha sido asociada además con cuestiones epistemológicas centrales como el progreso científico, la cuestión del realismo etc.

8.2 La relación de reducción.

El estructuralismo trata el problema de la Reducción desde distintos puntos de vista: en primer lugar hay que señalar dos intuiciones acerca del tema

⁷⁷ Balzer, Moulines, Sneed (1987), 250

⁷⁸ Otros tipos de relaciones interteóricas pueden desarrollarse a medida que los esfuerzos en la reconstrucción de teorías vayan mostrándolas. Es el caso de los enlaces de presuposición analizados por U. Moulines (1984), lo que permite mostrar la estructura jerárquica o piramidal de la ciencia: las teorías localizadas en los niveles más altos de la red siempre presupondrían algunas teorías de los niveles más bajos, aunque no a la inversa. Esta imagen de la estructura global de la ciencia ha sido ampliamente criticada y se ofrecen actualmente otras imágenes como la del 'patchwork' de N. Cartwright (1999).

de la Reducción y es que existen transiciones históricas reductivas y existen reducciones prácticas⁷⁹. Por otro lado, también es necesario distinguir entre las reducciones exactas y las reducciones aproximativas al analizar el concepto de reducción como uno de los tres tipos de relaciones interteóricas junto con la de teorización y aproximación. El concepto de aproximación no debe confundirse con el de reducción, pero la reducción aproximativa puede ser catalogada como un caso de aproximación interteórica. Otro punto de vista desde el que acudir al concepto de reducción es obviamente desde el análisis diacrónico de teorías y considerar la reducción aproximada como un cambio interteórico como *incorporación sin inconmensurabilidad*⁸⁰. Valoraremos estos nuevos conceptos más adelante.

En general, aún siendo central este tópico, el estructuralismo tiende a relativizar su rol en la práctica científica, afirmando que éste, a raíz de las polémicas tan importantes que ha suscitado, ha sido sobreestimado.

La situación que pretende ser descrita y explicada mediante la relación de reducción es la transición o proceso de sustitución de una teoría T (la teoría reducida) por otra teoría T* (la teoría reductora) estructural y conceptualmente diferente con aplicaciones propuestas relacionadas o de alguna forma "similares". La cuestión es cómo comparar, cómo establecer una relación entre ellas de tal manera que tal transición de T a T' pueda estar justificada. A lo largo del trabajo de diseño de la concepción estructural han sido propuestas varias estrategias para poder establecer la conexión adecuada de ambas teorías.

Los trabajos de Sneed y Stegmüller se centran fundamentalmente en proporcionar un criterio de comparación entre teorías salvando la tesis de la inconmensurabilidad de Kuhn. Tal tesis, al hacer hincapié en la no traducibilidad de los términos teóricos de una teoría en base a los de la otra, ya que aún cuando el término utilizado esté presente en ambas, su significado ha cambiado al estar

⁷⁹ Balzer, Moulines, Sneed (1987), 253

⁸⁰ Díez, Moulines (1997), 451 y ss.

encuadrado en un marco teórico diferente, llevaba ineludiblemente, a juicio de sus críticos, a la disolución de la posibilidad de establecer razones o juicios racionales acerca de la elección de teorías.

Esta polémica, a juicio de Stegmüller, está enmarcada en la concepción enunciativa de las teorías, donde el criterio de reducción exigía comparabilidad entre sus enunciados constitutivos además de la exigencia de deducibilidad de las leyes de la teoría reducida por parte de las de la reductora.

En el marco de la nueva concepción estructural de las teorías, cuya unidad semántica mínima la constituyen los modelos, la comparación ha de diseñarse atendiendo sólo a sus estructuras definitorias. Los elementos que entran en juego a la hora de establecer la relación de reducción en el esquema modelo-teórico ya no son los de carácter lingüístico utilizados por la concepción enunciativa, marco en el que la inconmensurabilidad tenía sentido.

La relación interteórica de reducción puede diseñarse y debe diseñarse, ya que constituye la idea clave en la descripción de la dinámica de teorías, en la concepción estructuralista, de forma exitosa, a juicio de sus proponentes, estableciendo la comparación a nivel de los modelos parciales posibles o Mpp.

Esta relación de reducción establecida al nivel de los componentes o estructuras no-teóricas de las dos teorías sujetas a comparación, es la denominada por Stegmüller "reducción débil". En otras palabras, se establece una comparación a nivel de las aplicaciones propuestas de ambas teorías, donde a cada aplicación de T' le corresponde por lo menos una aplicación de T, y, dados dos elementos de los correspondientes Mpp: x y x' estos podrían ser identificados intuitivamente aunque estén descritos en formas diferentes y aunque, por lo general, se reconozca que los términos en que la teoría reducida describe el mundo son más incompletos y menos precisos que los términos de la reductora. Aunque, estrictamente, al estructuralismo tampoco le interesa el problema de los cambios semánticos de los

conceptos, sino poder definir extensionalmente los modelos satisfechos por ambas teorías.

Ahora bien, la relación de reducción debe también establecerse de alguna forma a nivel de los M_p , ya que la reducción débil no dice nada acerca del modo en que las funciones teóricas de T están relacionadas con las de T' . Introduce Stegmüller⁸¹ el concepto de "reducción incompleta" que no pone en relación sistemas físicos sino expansiones de éstos en M_p . Se ponen en correspondencia subconjuntos M_p con subconjuntos M_p' , donde el subconjunto Y de M_p satisface C y leyes especiales de E (núcleo estructural ampliado) en caso de que Y' de M_p' satisfaga C y leyes especiales de E' .

Pero establecer esto tampoco proporciona la relación buscada ya que no conecta entre sí las entidades acerca de las cuales hablan las teorías físicas, esto es, sistemas físicos. En el *Architectonic* se expone este problema en otros términos: la relación debe establecerse a nivel de los M_{pp} ya que en caso contrario correríamos el riesgo de aplicar la noción de reducción a teorías no aplicadas al mismo dominio empírico, pero que utilicen un mismo formalismo. En la reducción debemos asegurarnos de que ambas teorías intentan aplicarse a los mismos fenómenos⁸².

Tal condición es la de equivalencia empírica íntimamente relacionada con la relación de reducción que nos permite establecer que ambas teorías "son acerca de las mismas cosas". Formalmente implica las condiciones: $M_{pp}=M_{pp}'$ y $I=I'$. Aunque esta condición quizá sea demasiado restrictiva, ya que implica definir la equivalencia en términos de una relación no definida de "igualdad". Nuevamente una vía pragmática proporciona una definición más adecuada: si las teorías son sobre "las mismas cosas", y proporcionan los "mismos resultados" y soluciones o "imágenes isomórficas", entonces son equivalentes. Así pues, la equivalencia es una condición necesaria para dos teorías que se refieran a las

⁸¹ Stegmüller (1973), ed. cast. (1983), 190

⁸² Balzer, Moulines, Sneed (1987), 285

"mismas cosas". La caracterización final de la relación de reducción debe permitirnos establecer la relación tanto al nivel de las funciones teóricas como de las no-teóricas. En este sentido la reducción incompleta de Stegmüller si bien no nos proporcionaba el criterio, sí induce una relación de reducción empírica a partir de la relación de reducción teórica, 'recortando' gracias a unas funciones r^* y r los términos teóricos en T^* y en T para establecer una conexión entre las aplicaciones propuestas. En el *Architectonic* se define en los mismos términos⁸³.

Una vez más, la estrategia expositiva del *Architectonic* trata de ampliar el concepto definido a nivel de los elementos teóricos hasta las nociones más complejas de red teórica y evolución teórica. Esto permitiría dar cuenta de cómo se producen los reemplazos de redes ofreciendo al mismo tiempo una imagen del desarrollo de la ciencia como sucesión de redes teóricas estructural y conceptualmente diferentes pero que, sin embargo, están conectadas gracias a la relación de reducción⁸⁴.

No se espera que en tal proceso de sustitución una red teórica N^* reemplace a una red teórica N en un solo paso. El proceso de sustitución comenzaría con la introducción "revolucionaria" de un nuevo elemento teórico básico T^* que reduzca a otro T anterior, tal que T^* proporcione un nuevo esquema donde las especializaciones de T son *repetidas como especializaciones de T^* lo cual constituiría una de las características básicas de un programa de investigación prometedor*⁸⁵. La referencia a los programas de investigación científica de Lakatos es clara.

La relación de reducción puede establecerse, por lo tanto, a juicio del estructuralismo, siguiendo el espíritu pero no la letra de la concepción estándar de

⁸³ Ibid, 278

⁸⁴ Esta imagen, sin embargo, parece estar hecha a medida de las necesidades del formalismo estructuralista. Así lo advierte C. Truesdell cuando afirma que *reconstruyen la historia de la mecánica adaptándola a sus propios fines*. (C. Truesdell, 1984, 568)

⁸⁵ Ibid, 282.

Nagel⁸⁶, sin los problemas que la aquejaban, entre ellos la inconmensurabilidad o intraducibilidad de los términos teóricos.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que el estructuralismo está interesado en establecer un tipo de relación que conecte las estructuras diferentes de dos elementos teóricos e incluso de redes teóricas, sin que el problema de los cambios semánticos tenga que ser atendido. En este sentido, es pertinente la distinción que se hace entre el proceso histórico de reducción y la reducción práctica: la transición del concepto de movimiento de Aristóteles a Galileo, la teoría del movimiento planetario desde Ptolomeo a Copérnico, Kepler y Newton, etc, constituyen casos históricos donde la teoría precedente T se reduce a la teoría siguiente T* conservando los logros de la precedente de tal manera que también constituyen logros de la sucesora. Tal reducción histórica viene dada por la ocurrencia histórica de nuevas teorías. Es este un proceso lineal. No sucede lo mismo con la reducción práctica, ésta pasa a ser una herramienta útil de cara a la solución de problemas determinados. Esta relación trata de explicitar el mecanismo según el cual puede acudir a teorías más simples, generalmente anteriores, o, más concretamente, a determinadas ecuaciones que pueden ser aplicadas para obtener una solución a un problema planteado en el marco de una teoría más compleja, pero cuya solución puede ser hallada, aunque de forma aproximada, utilizando las herramientas de una teoría más básica. Ejemplos de este tipo de reducción es la utilización de la teoría del cuerpo rígido en vez de la mecánica de partículas o la electrostática en vez de la electrodinámica. Tal concepto pragmático de reducción es muy utilizado por los científicos en sus prácticas cotidianas. El estructuralismo considera ambos tipos de reducción estructuralmente semejantes con lo que pueden ser tratados con un único formalismo.

Analizaremos las consecuencias de esta noción de reducción como concepto clave para ilustrar el cambio teórico y en concreto la defensa de los

⁸⁶ E. Nagel (1961), cap 11.

estructuralistas de que la relación interteórica de reducción da un sentido más preciso al tipo de cambio que se produce en los procesos de revolución científica.

9. Los cambios interteóricos. Reinterpretando las revoluciones científicas.

Tal relación de reducción es, sin embargo, aproximada y no exacta y no es conveniente, por lo tanto, identificarla con la de deducción. Tampoco es necesario, a juicio de los estructuralistas, entrar en el problema de los cambios semánticos sino que basta con establecer una comparación entre las estructuras correspondientes de ambas teorías. Una reducción de T a T' es una relación interteórica entre los modelos potenciales de ambas tal que a cada modelo potencial de T le corresponde al menos un modelo potencial de T', y los modelos de la teoría reducida se pueden 'derivar' de los de la reductora.

Desaparecen de esta forma, los problemas ligados a los términos teóricos y a las leyes de ambas, manejándose solamente un lenguaje modelo-teórico. Claro que ello no significa que los problemas de la inconmensurabilidad, tanto teórica como empírica hayan dejado de existir sino que son abordados en un marco conceptual diferente.

A juicio de Kuhn⁸⁷, sin embargo, aunque el formalismo estructural no se opone a la existencia de revoluciones, no hace casi nada por clarificar la naturaleza del cambio revolucionario, si bien puede resultar prometedor evaluar ciertos tipos de cambio como yuxtaposiciones de elementos sacados de un núcleo estructural tradicional con otros extraídos de una de sus expansiones recientes, ya que esto puede permitir hablar de lo que permanece a través de los cambios de núcleo estructural. Pero esto sólo puede hacerse si las dos teorías tienen un

⁸⁷ T. S. Kuhn (1977)

aparato matemático muy fuerte, donde sea posible identificar los modelos de cada una de ellas y aplicar las técnicas de reducción. Pretender sistematizar, por ejemplo, el paso de la química del S. XVIII cuyo vocabulario era esencialmente cualitativo a la química de las mediciones precisas del siglo siguiente es muy difícil, si no imposible, ya que el cambio es mucho más profundo. En otras palabras, el conjunto Mpp de la teoría del flogisto no puede ser analizado desde el conjunto Mpp de la moderna teoría química.

Analicemos más en detalle la propuesta Estructuralista de definición formal de los cambios científicos, entre ellos las revoluciones científicas kuhnianas.

Stegmüller había propuesto una reinterpretación de la propuesta kuhniana ante la proliferación de imágenes sesgadas debidas a sus críticos imparciales. Lo que importa, manifiesta Stegmüller⁸⁸ *es una reconstrucción de los conceptos clave que haga desaparecer totalmente la apariencia de lo irracional, absurdo y extravagante que tan fácilmente se inclina uno a ver en la obra de Kuhn*. La idea de que su definición de las revoluciones científicas nos deja en manos del relativismo y con la única posibilidad de considerar que el progreso científico es meramente un producto del azar o una cuestión política, esto es, que un paradigma es progresivo si es el que triunfa gracias a la persuasión o la propaganda, intenta ser minimizada⁸⁹.

Según el Estructuralismo esta *fisura arracional* kuhniana es cerrada en parte por el recurso a los programas de investigación de Lakatos y por el formalismo propuesto para clarificar la noción de cambio científico.

⁸⁸ Stegmüller (1973), ed. cast., (1983), 197

⁸⁹ Stegmüller, en realidad, es aún más explícito ya que afirma que sólo un análisis como el propuesto por los estructuralistas puede *destruir la impresión dominante de que los científicos que hacen 'investigación extraordinaria' son monstruos epistémicos de segunda clase, como los fanáticos religiosos y políticos*. (Stegmüller, 1979c, 249)

Son dos los tipos de revoluciones científicas o de cambio interteórico en la terminología más reciente.⁹⁰ Aunque las diferencias en el tratamiento son también significativas, Stegmüller establecía como tipos de revoluciones en primer lugar el paso de una preteoría a una teoría, esto es la aparición por primera vez de una teoría física para explicar un dominio de la realidad, para el que antes no existía una teoría física. Esta *teoría primaria* puede surgir a partir de otra teoría no física pero que permite el cálculo de los valores de la teoría que surge, o puede darse el caso de que no exista teoría previa, sino sólo un “estado de pensamiento preteórico” . Es obvio que en este último caso es necesaria una explicación adecuada de cómo se pasa de los conceptos cualitativos a los conceptos cuantitativos, o cómo se obtiene una consideración cuantitativa a partir de los “datos experimentales en bruto”. En el marco estructuralista se han propuesto análisis detallados⁹¹ de la medición o metrización, una teoría que permite explicar cómo se introducen por primera vez las funciones. Lo cierto es que es necesario un proceso de idealización fuerte que permita establecer unos conceptos métricos estables a partir de los preteóricos tales como “más largo que”, y que a nuestro juicio escapan al control formal.

El segundo tipo de revoluciones científicas es la suplantación de una teoría por otra sustitutiva, esto es, el proceso por el cual se abandona “una teoría ya existente a favor de una teoría sustitutiva recién estrenada”, debido a que se han ido amontonando los fracasos de la anterior, se han convertido en serias anomalías de la teoría y es abandonada. Además, recordemos a Kuhn, el proceso de adopción de la nueva teoría escapa al control formal y argumentativo, ya que es la persuasión, la propaganda y el cambio generacional los factores que intervienen para propiciar el cambio revolucionario. Si bien una teoría y otra son inconmensurables según la propuesta de Kuhn, en el marco de la concepción estructuralista se valora que Kuhn estaba aún pensando desde el marco de la concepción enunciativa. Es cierto que no puede acometerse la tarea de la

⁹⁰ Nos referimos a la terminología del *Architectonic*. (Balzer, Moulines, Sneed, 1987, 306 y ss). Y a la empleada en el texto más reciente de Díez y Moulines (1997), 449-460

⁹¹ Véase J. A. Díez (1997a) y (1997b)

comparabilidad de enunciado a enunciado y establecer una relación de deducibilidad entre ambas teorías, pero al nivel de las estructuras es posible establecer el nexo comparativo y es, en concreto, la relación de reducción aproximada la que según el Estructuralismo permite la conexión necesaria entre las teorías suplantadora y suplantada.

En los textos estructuralistas más recientes⁹², se consideran como cambios interteóricos los casos de suplantación de teorías acompañada de inconmensurabilidad (semántica) y la incorporación de teorías sin inconmensurabilidad.

En este último caso, estamos ante una aproximación⁹³ reductiva, lo que implica una correspondencia formal entre la teoría reducida y la reductora o la incorporada e incorporadora, la condición formal más fuerte viene dada por la ‘implicación aproximada’ entre las leyes fundamentales, al tiempo que las aplicaciones exitosas de la teoría incorporada pueden ‘reinterpretarse’ también aproximativamente como aplicaciones intencionales exitosas de la incorporadora. Esto es, todas las condiciones formales de la relación reductiva aproximada se aplican ahora no de forma sincrónica sino a un proceso diacrónico.

En el primer caso estamos, nuevamente, ante el tipo de cambio definido por Kuhn y que el Estructuralismo quiere hacer preciso desde el punto de vista formal. Para ello debe vérselas nuevamente con el concepto de la inconmensurabilidad, una tesis que incide en la imposibilidad de correlacionar semánticamente los conceptos básicos de una y otra teoría, en este sentido, cada teoría se torna ‘*ininteligible*’ para la otra, sus ‘*universos del discurso*’⁹⁴, y no sólo sus conceptos básicos, en realidad, son diferentes de ahí que los científicos ‘*vivan en mundos distintos*’ usando la expresión de Kuhn.

⁹² Nos referimos nuevamente a Balzer, Moulines, Sneed (1987), cap. 6. y a Díez, Moulines (1997), 449 y ss.

⁹³ El análisis de esta idea de aproximación, su rol, estructura y tipos, tanto desde un punto de vista general como en el marco estructuralista es acometido por Moulines (1976).

⁹⁴ Díez, Moulines (1997), 457.

Los proponentes del estructuralismo reinterpretan estas nociones kuhnianas estableciendo que si bien es cierto que los episodios a que se refiere Kuhn han existido en la historia de la ciencia, aunque, en rigor, se aplica a lo sumo a dos o tres episodios, la idea de inconmensurabilidad no puede ser un ‘*asunto de todo o nada*’,⁹⁵ puede concebirse más bien como un concepto comparativo o relación gradual, esto es, puede atañer sólo a un concepto o varios de cada teoría, donde los casos de inconmensurabilidad total serían los excepcionales⁹⁶.

Pero la excepcionalidad o trivialidad de esta inconmensurabilidad total como es definida no debe hacernos caer en la trampa de que la inconmensurabilidad interesante en la que consiste en la inconmensurabilidad parcial, esto es, que sólo uno o varios conceptos sean inconmensurables. Realmente, a nuestro juicio, esto es una clara desvirtuación de lo que Kuhn pretendió definir, cuando hablaba de los ‘*mundos diferentes*’.

Convertir en parcial a la inconmensurabilidad tiene como objetivo reservar una base de comparabilidad o conectabilidad entre algunas de las subestructuras de los modelos de una y otra teoría, otras subestructuras no son conectables y son, por lo tanto, *las que causan el problema semántico al tratar de comparar ambas teorías*⁹⁷.

Por último, la comparabilidad a pesar de la inconmensurabilidad se produce al nivel del contenido proposicional de las dos teorías, esto es, tendrán en común al menos algunos tipos de aplicaciones intencionales. Esto es, al nivel empírico o no-teórico hay pues una vía abierta para proceder a la correlación

⁹⁵ Ibid., 457.

⁹⁶ A no ser que nos estemos refiriendo a teorías que se suceden en el tiempo pero que versan sobre fenómenos completamente diferentes como, y son ejemplos tomados textualmente, la teoría del catastrofismo en geología y la del valor en la economía marxiana. A nuestro juicio, la trivialidad de este aspecto no merece mayor atención. El ejemplo se encuentra en Díez, Moulines (1997), 457-458 y también en Balzer, Moulines, Sneed (1987), 314.

⁹⁷ Díez, Moulines (1997), 458.

comparativa, convirtiéndose ésta en un proceso análogo al descrito en el primer tipo de cambio, esto es, la relación de reducción aproximada que servía como recurso formal definitorio de los episodios de incorporación se aplica ahora para correlacionar las estructuras parciales de una y otra teoría. Y si en el caso de la incorporación se exigía que las aplicaciones exitosas de la teoría incorporada quedaran englobadas en el conjunto de las aplicaciones de la teoría incorporadora, en el caso de la suplantación la exigencia es más débil, sólo se exige que *haya un subconjunto común de aplicaciones que hayan representado un fracaso para la teoría suplantada y resulten un éxito para la teoría suplantadora. A este subconjunto I_a lo podemos interpretar como el conjunto de anomalías de que adolece la teoría suplantada*⁹⁸.

Del análisis propuesto se deriva, a nuestro juicio, una eliminación radical de lo que supone lo esencial de las revoluciones científicas, precisamente los cambios semánticos a pesar de que se conserven las mismas expresiones⁹⁹, el hecho de que los fenómenos son claramente reinterpretados, o dicho de otra forma, que la nueva teoría supone una reinterpretación del mismo conjunto de fenómenos, aunque éstos son idealizados de forma diferente, el hecho de que los aspectos relevantes son definidos de forma diferente desde cada marco teórico, y que las orientaciones filosóficas que guían tal proceso difieren sustantivamente y finalmente, el hecho de que para entender la riqueza de matices de estos tipos de cambio es necesaria la inmersión conceptual y contextual. Nuestra opción por la interpretación filosófica no formal de la actividad científica, como estableceremos más adelante, pretende hacer justicia a este tipo de decisiones histórica y contextualmente condicionadas llevadas a cabo por la comunidad científica, guiadas por valores y factores relevantes pertenecientes al dominio de la pragmática.

⁹⁸ Ibid, p.460

⁹⁹ Kuhn también ha expresado el carácter distintivo del cambio revolucionario subrayando que se altera no sólo los criterios con los que los términos se relacionan con la naturaleza, sino que se altera, además, considerablemente, el conjunto de objetos o situaciones con los que se relacionan esos términos. (kuhn, 1987, ed. cast. 1989, 88)

Todo ello es inabarcable desde el formalismo estructuralista, y eliminar lo esencial de las revoluciones científicas con el objeto de convertir estos episodios en meras *'incorporaciones parciales'*, comparables al nivel de las aplicaciones, dejando de lado el problema semántico fundamental, con el objeto de superar los *'cortes históricos'* que supondrían un problema al estructuralismo al no poder establecer la sucesión de teorías requerida por las condiciones de su formalismo, en concreto, la definición de los términos teóricos y no teóricos es, a nuestro juicio, una opción que no hace justicia a la riqueza de matices y a la profundidad de estos tipos de cambio, tal como el propio Kuhn¹⁰⁰ ha valorado.

Los recursos de la concepción semántica que expondremos a continuación y compararemos en el siguiente apartado con los de la concepción estructuralista se revelarán más apropiados para atender precisamente a estas facetas señaladas.

¹⁰⁰ T. Kuhn (1977)

Capítulo III

La Concepción Semántica de las teorías científicas

There is no such thing as ‘representation in nature’ or ‘representation tout court’; the question whether one given object is a representation of another is an incomplete question. Specifically, in science models are used to represent nature, used by us, and of the many possible ways to use them, the actual way matters and fixes the relevant relation between model and nature. Relevant, that is, to the evaluation as well as application of that theory¹⁰¹.

1. Los orígenes de la Concepción Semántica

Los orígenes de la Concepción Semántica de las teorías cuyos principales impulsores han sido B. van Fraassen, F. Suppe y R. Giere, se remontan a los años cuarenta y están claramente conectados con los intentos de analizar la

¹⁰¹ van Fraassen, (1997), 523

estructura lógica de la Mecánica Cuántica, llevados a cabo por Von Newman, Evert Beth¹⁰², Weyl, quienes ya intentaron formalizar la teoría recurriendo a espacios de Hilbert n-dimensionales, espacios de estados, o espacios-fase. Sin embargo, el predominio de la Concepción Heredada los redujo a meros intentos de solución de los problemas particulares de esta teoría. A finales de los años sesenta surgen las propuestas de Wojcicki y Przelecki en Polonia de formalización conjunto-teórica, los trabajos de Dalla Chiara y Toraldo di Francia en Italia y los ya señalados de Suppes y Suppe en Estados Unidos, con los que van Fraassen reconoce¹⁰³ su cercanía en lo que se refiere a los esfuerzos por definir la relación entre el dominio teórico y empírico, entre la teoría y los datos empíricos, aspecto que justamente se revelaba problemático en los antiguos enfoques formales e incluso en el enfoque estructuralista tal como hemos valorado.

Los problemas a los que se enfrentan en el marco de la Mecánica Cuántica son tan particulares que todos estos intentos, aún cuando ya atendían a la conveniencia de utilizar técnicas semánticas para reconstruir, quedan limitados a ella y no son propuestas con la posibilidad de ser expandidas a cualquier teoría física e incluso a toda teoría que tenga un aparato matemático mínimo.

Es esta la propuesta de van Fraassen quien en sus artículos de 1970 y 1972 saca toda esta tradición del confinamiento de la Mecánica Cuántica para presentarla como la concepción adecuada para el análisis filosófico de la descripción científica de la naturaleza.

La posición que diseña van Fraassen pretende por tanto dar respuesta a los diferentes tipos de estudios englobados en el rótulo general de Filosofía de la Ciencia: los estudios que se refieren al contenido y estructura de las teorías científicas y sobre todo, a aquellos que se refieren a las relaciones de una teoría

¹⁰² Por ejemplo, en E. Beth (1960) se acomete uno de los más tempranos estudios enfocados en la semántica de una teoría física.

¹⁰³ Así, reconoce van Fraassen el parecido de familia de su opción con Wojcicki (1974), Przeleski (1969), Dalla Chiara y Toraldo di Francia (1973), P. Suppes (1967) y F. Suppe (1973) y (1974), aunque tal acuerdo es sólo con respecto al rol de las subestructuras empíricas en los modelos.

científica y el mundo o su campo de aplicación por un lado y a las relaciones de las teorías con los usuarios por otro.

Una opinión muy compartida por los filósofos, a juicio de van Fraassen, es que la forma en que las teorías dan cuenta de los fenómenos es postulando procesos y estructuras no directamente observables, y que un sistema es descrito por una teoría en términos de sus estados posibles. Esto unido a la opinión de que la relación entre las teorías y el mundo es una relación de verdad por correspondencia o aproximación, esto es, que se puede afirmar que la teoría da una descripción verdadera del mundo, implica la creencia de que la ciencia puede elaborar descripciones verdaderas de procesos inobservables que expliquen los observables y también de los estados de cosas posibles y no sólo de los que son el caso. Así, a partir de una aparente trivialidad tal como afirmar que la ciencia pretende encontrar teorías verdaderas, puede definirse una posición filosófica que ya no es en absoluto trivial al mostrar el entramado de suposiciones que acompañan a aquella afirmación.

Es esta la estrategia utilizada por van Fraassen en su primera obra fundamental¹⁰⁴ para ir mostrando los diferentes compromisos que están a la base de las posiciones realistas e ir diseñando su propia alternativa, un empirismo que mantiene en suspenso los compromisos con estructuras no accesibles a la observación, afirmando que las teorías ofrecen una caracterización verdadera de lo que es observable, considerando que las estructuras subyacentes postuladas son un medio para dicho fin. Se evita también la reificación de la posibilidad o la necesidad, considerándolas como instrumentos lingüísticos que facilitan la descripción de lo que sucede de hecho, esto es, la modalidad es interpretada en el nivel de las relaciones entre ideas o palabras, no entre hechos. Así pues, *desde un punto de vista empirista, para servir a los propósitos de la ciencia, los postulados*

¹⁰⁴ Nos referimos a *The scientific Image*, publicada en 1980. Si bien fue traducida al castellano en el año 1996, las referencias son de la edición original.

*no necesitan ser verdaderos, excepto en lo que dicen acerca de lo que es efectiva y empíricamente comprobable*¹⁰⁵

Define van Fraassen la nueva propuesta empirista enfrentándola con los argumentos realistas, pero también se aleja del más reciente empirismo representado por el positivismo lógico quien le dio una orientación excesivamente lingüística y que tuvo efectos desastrosos para la filosofía de la ciencia. El empirismo es correcto pero no podía sobrevivir en este encapsulamiento formal y debía volver a entenderse como una magnífica guía filosófica en el estudio de la naturaleza. Podemos entender, por lo tanto, que van Fraassen lleva a cabo una redefinición y actualización del empirismo que, además, nuevamente en contra del realismo científico¹⁰⁶ y su creencia en que el objetivo de la ciencia es el descubrimiento de la verdad respecto a lo inobservable, se convierte en constructivista al considerar a la actividad científica como un proceso de construcción de modelos que pueden ser adecuados a los fenómenos más que como un proceso de descubrimientos de verdades científicas.

Así pues, el análisis sobre el contenido y estructura de las teorías tiene una orientación más adecuada si se recurre al empirismo no lingüístico y, por otro lado, la consideración sobre cuál es la relación que puede afirmarse justificadamente entre las teorías y el mundo, adquiere también un nuevo tratamiento desde el punto de vista constructivista. Un punto de vista que no sólo incluye la faceta epistemológica que plantea cuestiones tales como ¿Qué es aceptar una teoría? o, ¿qué grado de creencia supone la aceptación de una teoría?, sino también la dimensión pragmática que muestra cuáles son las relaciones que toda teoría mantiene con los usuarios, en otras palabras, cómo utilizamos las teorías para responder a demandas de explicación, o la toma de decisiones y compromisos con una teoría o cierto programa de investigación más que con otro,

¹⁰⁵ Van Fraassen (1980a),18

¹⁰⁶ Nos referimos a las tesis del realismo científico en general, ya que desde los años ochenta en que van Fraassen mantiene un diálogo crítico con esta opción los matices se han ido sucediendo y los compromisos realistas diversificando hasta el punto de renunciar a este concepto de verdad y optar por posiciones constructivistas, aunque como veremos más adelante, sin olvidar las estrategias realistas básicas como el *argumento de la mejor explicación*.

más allá de la evidencia disponible, para continuar el diálogo con la naturaleza, lo que obliga a plantearnos: ¿qué otra cosa está involucrada, además de la creencia, en la aceptación de una teoría?. El empirismo constructivista de van Fraassen queda así definido como la posición filosófica que afirma que:

*La ciencia nos ofrece teorías que son empíricamente adecuadas y la aceptación de una teoría involucra solamente la creencia de que es empíricamente adecuada*¹⁰⁷

Si bien es cierto que van Fraassen diseña y presenta su posición filosófica en clara discusión con las principales tesis y argumentos realistas en general, no es menos cierto que determinadas posiciones realistas tales como la defendida por Ronald Giere¹⁰⁸, se acercan, en gran medida, a muchas de las tesis propuestas por van Fraassen y ello porque ambos autores coinciden en que la actividad científica es básicamente un proceso constructivo y no un proceso de descubrimientos de verdades. Es el constructivismo el sello identificador que caracteriza la actividad científica a juicio de los proponentes de la Concepción Semántica si bien hemos de matizar los aspectos diferenciadores derivados de la defensa de un empirismo, un realismo o un cuasi-realismo como el defendido por F. Suppe¹⁰⁹. En otras palabras, los acuerdos son prácticamente unánimes en lo que se refiere al proceso por el cual los científicos construyen copias idealizadas de los fenómenos o sistemas físicos, que constituyen tanto el punto de inicio de la construcción teórica como el ámbito de su aplicación. Pero el acuerdo se rompe al establecer cuál es el estatus epistemológico de las afirmaciones finales, esto es, cuál es el compromiso epistémico que se mantiene acerca de las relaciones establecidas entre la teoría y el mundo: se demanda que la teoría es aproximadamente verdadera, tanto en sus aspectos observables como

¹⁰⁷ van Fraassen (1980a), 28

¹⁰⁸ Declarado deudor en muchos aspectos del enfoque de van Fraassen, R. Giere diseña su propia opción realista a partir del diálogo crítico con el empirismo constructivista desde sus textos de (1979) y (1988) hasta el reciente (1999) donde presenta su realismo perspectivista, evolucionista y naturalizado.

¹⁰⁹ La más completa presentación de su posición se encuentra en F. Suppe (1989).

inobservables, o sólo es posible una creencia justificada acerca del ámbito de lo observable.

Comenzaremos nuestra exposición reproduciendo el mismo esquema expositivo que hemos planteado en estas líneas: atendiendo primero al ámbito formal o estructural de una teoría y cuál es el proceso de su reconstrucción según la Concepción Semántica, para luego, al final del capítulo, exponer los importantes matices diferenciadores de los variados compromisos epistemológicos. Las diferencias sin embargo, no serán tan agudas como para romper los principales acuerdos que definen a la Concepción Semántica.

2. Fundamentos básicos

Atendiendo a los puntos de acuerdo básicos establecidos al comienzo del capítulo anterior, la Concepción Semántica de las teorías científicas al igual que la Concepción Estructuralista rechaza la concepción de las teorías como conjuntos de enunciados característica de la Concepción Heredada, manteniendo que el método de reconstrucción más apropiado es aquel utilizado por la propia ciencia: las matemáticas.

Estas permiten concebir una teoría como un estructura conceptual que es posible reificar utilizando métodos semánticos, esto es, presentando el conjunto de sus modelos y aplicaciones, esto implica que las teorías son consideradas entidades extralingüísticas que pueden ser reificadas de muy diversas formas, de tal forma que podemos encontrar formulaciones alternativas de la misma teoría, aunque matemáticamente equivalentes (el caso de la mecánica matricial de Heisenberg y la ondulatoria de Schrödinger suelen ser consideradas como dos formulaciones alternativas de la misma teoría). En otras palabras, las teorías son instrumentos conceptuales para llevar a cabo descripciones y predicciones de los fenómenos y para construir una representación del mundo,

pero no son entidades verbales, ni conjuntos de enunciados, ni esqueletos lógico-sintácticos vestidos con algún tipo de lenguaje básico empirista. Esto quiere decir además que las diferentes formulaciones verbales o reconstrucciones que se hagan de ella pasan a ser consideradas descripciones de la teoría o incluso modelos de tal entidad conceptual al reconstruirla a partir de las exposiciones existentes utilizando técnicas semánticas. La cuestión de si es posible identificar a la teoría con sus reconstrucciones o si, por el contrario, no es necesaria tal identificación divide también a los proponentes de la Concepción Semántica, fundamentalmente porque atienden a teorías diferentes. Aunque el desacuerdo no es suficiente para producir una ruptura.

Las diferencias entre la Concepción Estructuralista y la Concepción Semántica, sin embargo, son lo suficientemente importantes como para que la imagen de la ciencia resultante sea muy diferente en una y otra concepción de la ciencia. Si bien se rechaza la axiomatización formal promulgada por la Concepción Heredada, la Concepción Estructuralista opta por una axiomatización informal utilizando la teoría de conjuntos mientras que la Concepción Semántica opta por una formalización mediante espacios de estados.

Igualmente comparten el rechazo de la clásica distinción teórico-observacional desdibujada ya por autores como Bar-Hillel, Achinstein y Putnam¹¹⁰ quienes habían mostrado que realmente encerraba una doble distinción: *conceptos teóricos-no teóricos*, distinción que consideran la genuina en el marco de la Concepción Estructuralista, y *entidades observables-inobservables*, distinción que será central en la Concepción Semántica, manteniendo que todos los conceptos en tanto introducidos o utilizados por la teoría son teóricos.

Formalización mediante espacios de estados y distinción observable-inobservable nos permite comenzar la exposición de la Concepción Semántica.

¹¹⁰ Achinstein (1965), Putnam (1962), Bar-Hillel (1970). Un análisis comprensivo de esta cuestión se encuentra en F. Suppe (ed.), (1974) y en U. Moulines (1993).

2.1 Formalización de la teorías

La reconstrucción de una teoría científica, según la Concepción Semántica, no consiste en elaborar una estructura axiomática en la que las leyes constituyan los axiomas de los que se deriven deductivamente los teoremas, ni siquiera de una manera informal al estilo de los estructuralistas, sino que optan por la formalización y ello es así ya que, como hemos resaltado, el origen de esta propuesta filosófica no es otro que los análisis llevados a cabo de la mecánica cuántica. En ella es imposible encontrar una ley fundamental que pueda actuar como axioma de todo el constructo teórico, sin embargo, sí es posible identificar un conjunto de estructuras teóricas que constituyen los modelos de la teoría, o más estrictamente, que pueden incluirse en la clase de los modelos teóricos. Uniendo todos los conjuntos de modelos mediante un espacio de estados común realizamos una formalización que tiene claras ventajas respecto a la axiomatización informal de los estructuralistas: en primer lugar permite definir intensionalmente los modelos de la teoría, de forma que quedan representados todos los mundos posibles según la teoría en cuestión, y en segundo lugar permite asumir sin graves problemas la infradeterminación de la teoría por los datos, según la cual un mismo estado de cosas observable podría subsumirse en numerosos modelos distintos y alternativos. Y se sigue de ambas cosas que los modelos, algunos de ellos, pueden ser mutuamente inconsistentes aunque la subestructura empírica sea común. La cuestión relevante, como veremos más adelante, es cómo se seleccionan finalmente los candidatos a representar los fenómenos y cuál es el compromiso que se adquiere al demandar que alguno de esos modelos describe los fenómenos o cuando menos se adecua a la parte observable de ellos.

2.2. La distinción observable-inobservable

El fuerte componente constructivista que caracteriza a la Concepción Semántica en la forma en que construye copias idealizadas de los fenómenos,

permite situar la razón de su rechazo a la distinción teórico-no teórico y la adopción de la distinción entre observable-inobservable. En el primer caso considera que todos los conceptos que forman parte de una teoría son teóricos en el sentido en que es ella quien selecciona, determina e idealiza los parámetros definientes de la teoría. Conceptos y funciones usados por la teoría son en este sentido teóricos, la cual también va a determinar de forma constructiva sus aplicaciones.

Ahora bien, todos esos parámetros como hemos descrito son abstraídos de los fenómenos observables y los valores que se asignan a las magnitudes físicas son igualmente observables, aunque sólo sea a través de indicadores del instrumental técnico utilizado para proceder a la idealización o construcción de sistemas físicos o apariencias. De esta forma, se garantiza la independencia última de los fenómenos respecto a la teoría que los analiza, idealiza, y a los cuales pretende aplicarse.

La distinción observable-inobservable es también relativa y no puede fijarse de forma general. La ciencia señala que algunos de los fenómenos de los que trata o algunas magnitudes que utiliza son observables y otras inobservables desde cada una de sus teorías científicas, las cuales determinan respecto a su objeto de estudio qué entidades son observables y cuáles inobservables, aunque otra forma de hacerlo es determinándolo de forma naturalizada a la luz del conocimiento científico de la época, y en base a lo que la propia ciencia establece, a través de la descripción físico-biológica de los seres humanos, acerca de lo que es accesible o no a nuestro órgano de visión.

La observación, tal como la entiende la Concepción Semántica, no es neutral en cuanto a su contenido, sino que está cargada teóricamente: cómo se observe algo depende de la teoría. Pero que algo sea observable o no sólo depende de nuestra estructura físico-biológica y de las capacidades cognitivas de todo ser humano y es, por lo tanto, una cuestión empírica y pragmática. Más adelante detallaremos la particular lectura de van Fraassen de este aspecto y su distinción

entre *Observar y observar que*. En cualquier caso, esta distinción en el marco de la Concepción Semántica constituye uno de sus fundamentos básicos y debido a que, como vimos anteriormente, los modelos se determinan intensionalmente y representan todos los mundos posibles su naturaleza es contrafáctica siendo necesario que los sistemas de fenómenos que son el campo de aplicación propuesto y el objeto de estudio de la teoría estén dados independientemente. Tal cosa sólo es posible si se les considera observables y extensionalmente determinados.

Nuevamente, como veremos más adelante, este es uno de los aspectos diferenciadores entre las dos filosofías de la ciencia objeto de nuestros análisis ya que la opción de la Concepción Estructuralista por la distinción teórico-no teórico hace necesario distinguir entre propiedades teóricas y no teóricas relativamente a una teoría, mientras que los individuos permanecen en el nivel no teórico, o lo que es lo mismo, tienen que estar dados previamente. Por otro lado, las aplicaciones propuestas se determinan intensionalmente sobre la base de las aplicaciones paradigmáticas, el campo de aplicación de una teoría se determina por las teorías previas merced a las relaciones interteóricas de teorización y el carácter no teórico del dominio de individuos se establece por reducción a teorías previas.

3. La reconstrucción de las teorías

Para presentar o reificar una teoría científica, como hemos establecido, definimos el conjunto de sus modelos ya que las teorías se caracterizan esencialmente porque definen el tipo de sistemas a que se aplican.

La reconstrucción se lleva a cabo utilizando métodos matemáticos y siguiendo la forma en que los propios científicos suelen presentar sus teorías, es decir, especificando el conjunto de sus modelos directamente. Esto hace

innecesario recurrir a algún lenguaje especial y basta con disponer de algunos enunciados elementales que describan los estados de un sistema especificando los valores de ciertos parámetros seleccionados previamente por la teoría. De esta forma, la teoría puede concebirse como definiendo el tipo de sistemas a los que se aplica y aplicándose luego a sistemas reales, esto es, afirmando que ciertos sistemas reales o, cuando menos, observables, pertenecen al tipo definido. En otras palabras, una teoría se caracteriza porque define el tipo de sistemas a los que se aplica, y las aserciones empíricas especificarán que un sistema empírico determinado pertenece a tal tipo, o lo que es lo mismo, que una de las estructuras matemáticas especificadas por la teoría proporciona un modelo adecuado para los sistemas físicos objeto de su estudio.

Otra forma de exponer esta cuestión es siguiendo la caracterización propuesta por Giere, y que van Fraassen sigue como adecuada¹¹¹, según la cual podemos presentar una teoría a través de dos procesos: la *definición teórica* y la *hipótesis teórica*.

La definición teórica consiste en la definición de una clase de sistemas mediante la especificación de una familia de estructuras que son los modelos de la teoría. Se afirma, en base a ella, que la teoría equivale al conjunto de todos estos modelos definidos. Ahora bien, una teoría afirma algo más y es que ciertos sistemas o tipos de sistemas reales pertenecen a la clase que define, esta afirmación constituye la hipótesis teórica. La definición teórica define un conjunto de objetos conceptuales y abstractos, los modelos, esto es, establece de forma intensional el conjunto de mundos posibles según la teoría.

La definición teórica se construye gracias a lo que Van Fraassen llama un lenguaje semi-interpretado y a las leyes de la teoría.

¹¹¹ La distinción es ideada por R. Giere (1979) y adoptada por van Fraassen (1980a), (1983a) y (1989a), 222.

4. El lenguaje semi-interpretado

Para definir un tipo de sistema físico, es necesario especificar primero el conjunto de estados que puede adoptar tal sistema. Un *estado* es una configuración concreta del sistema físico, y su representación se establece a través de un conjunto de valores simultáneamente determinados, a su vez, el comportamiento de un sistema físico puede ser representado como una trayectoria: una secuencia de estados. Formalmente, lo que se especifica es una colección de entidades matemáticas (números, vectores, funciones) que es usada para representar esos estados: tal colección particular a cada tipo de sistemas es lo que van Fraassen llama un espacio de estados¹¹² y F. Suppe espacio-fase¹¹³

Técnicamente, un espacio de estados es una estructura matemática que puede representar el conjunto de todos los estados que puede adoptar un sistema físico o un tipo de sistemas físicos. Ahora bien, como la reconstrucción se realiza sobre una teoría concreta ya existente, la estructura topológica del espacio de estado se restringe y será relativa a esa teoría concreta, a sus leyes y al formalismo que emplee. Es, por lo tanto, la misma teoría la que impone la lógica de su reconstrucción, y se elimina así la idea de una formulación canónica que todas las teorías deban satisfacer, aunque de forma general se entiende como un espacio de Hilbert n-dimensional que se configura al introducir las leyes de la teoría, siendo también posible, y dependiendo de la naturaleza de aquella, optar por espacios euclidianos, espacios-fase, etc. Lo único que se exige es que el espacio de estados sea tal que en él se representen los estados posibles de los sistemas físicos o de las idealizaciones de los fenómenos, en la terminología de van Fraassen, determinados por la teoría.

Para construir el espacio de estados relativo a una teoría física (perteneciente a un marco teórico más general considerado como una familia de teorías simples, para cada una de las cuales se especificaría un particular espacio

¹¹² van Fraassen (1970b): 328; (1972): 311.

¹¹³ F. Suppe (1973):129-164

de estados) es necesario, en primer lugar, especificar el tipo de espacio, por ejemplo, en el marco de la mecánica clásica se especifica un espacio euclidiano bidimensional como un espacio de estados particular, en el cual es posible representar el comportamiento de un cierto tipo de sistemas físicos: el comportamiento de una partícula clásica.

En segundo lugar, la teoría especifica una familia de magnitudes físicas mensurables que caracterizan el sistema físico y son representadas con referencia al espacio de estados. Así, en la mecánica clásica, una magnitud física es representada por una función definida en el espacio de estados. Es necesario en este momento introducir un factor lingüístico: una sentencia elemental U que formule la proposición de que esa magnitud m tiene un valor r determinado en un tiempo t determinado. Formalmente: $U=U(m,r,t)$.

La sentencia elemental U es verdadera dependiendo del estado concreto del sistema. Así en algunos estados m tendrá el valor r pero no en otros estados posibles. Esta relación entre estados y valores de las magnitudes físicas puede también ser expresada como la relación entre el espacio de estados y las afirmaciones elementales.

Para cada afirmación elemental U tenemos un conjunto $h(U)$ de estados que satisfacen U . En otras palabras, U es verdadera si y sólo si el estado del sistema actual es representado por un elemento de $h(U)$. Llamamos a este elemento una función de satisfacción h que debe ser especificada por la teoría y es el tercer elemento que nos permite definir el espacio de estados, ya que conecta a éste con los enunciados elementales y por lo tanto, conecta el modelo matemático proporcionado por la teoría con los resultados de mediciones empíricas. En otras palabras, se le asigna a cada enunciado una determinada región del espacio de estados de tal manera que así se reconstruye intensionalmente un estado posible del sistema. Es posible, además, realizar una reconstrucción secuencial si se representa en el espacio de estados un conjunto de valores sucesivos, obteniéndose así una evolución en dicho espacio que puede representar la

evolución espacio-temporal del sistema. Se concibe de esta forma a los sistemas físicos como secuencias de estados que se desarrollan a través del tiempo.

Este conjunto de elementos forman el lenguaje semi-interpretado L . Si llamamos al conjunto de afirmaciones elementales E , H al espacio de estados y h a la función de satisfacción, entonces $L = \langle E, H, h \rangle$ ¹¹⁴. Este no es un lenguaje en el que la teoría puede ser formulada, sino un lenguaje en el cual las afirmaciones acerca del objeto de estudio de la teoría pueden ser formuladas. Explorar la estructura de este lenguaje semi-interpretado, según van Fraassen¹¹⁵ es una manera de explorar las afirmaciones de la teoría sobre el mundo.

Ahora bien, hemos estado hablando de que los elementos del espacio de estados representan posibles estados del sistema, o lo que es lo mismo, de modelos de la teoría que, sin embargo, no son modelos teóricos sino modelos de datos, una estructura marco donde quedan representados todos los posibles estados del sistema, pero para describir exactamente el comportamiento de los tipos de sistemas físicos estudiados por la teoría necesitamos introducir las leyes de esta. El espacio de estados quedará completamente configurado y se convertirá en un modelo del comportamiento físicamente posible de los fenómenos al introducir las leyes particulares que los explican, describiendo los estados posibles en que el sistema puede aparecer, su evolución a través del tiempo o su comportamiento en interacción.

5. Constructivismo y sistemas físicos

Las teorías científicas tienen como objeto de estudio una clase de fenómenos que constituye su *alcance pretendido*¹¹⁶ y el objetivo de toda teoría es

¹¹⁴ van Fraassen (1970b), 329.

¹¹⁵ van Fraassen (1972), 312. Una aplicación de estos conceptos y estrategias a la Mecánica Cuántica se ofrece en van Fraassen (1974b), 196-209.

¹¹⁶ Este es el concepto que usa F. Suppe (1974), ed. cast. (1979), 257 y ss.

presentar una descripción general de estos fenómenos, que permita utilizarla para satisfacer demandas de explicación, predicción y descripciones detalladas. Para ello, la teoría abstrae ciertos parámetros de esos fenómenos minimizando la complejidad excesiva, tales parámetros son los que la teoría considera relevantes, suponiendo que son sólo los seleccionados los que ejercen influencia y, por lo tanto, que los fenómenos son sistemas aislados¹¹⁷ que es posible definir y describir en base únicamente a los parámetros seleccionados por la teoría. Así pues, la teoría caracteriza no los fenómenos que caen bajo su alcance sino copias ideales de ellos: los *sistemas físicos*.

Un sistema físico no es un sistema de fenómenos reales sino una copia altamente idealizada de éstos. Así que, aunque el campo de aplicación de una teoría es un dominio de fenómenos, o de clases de fenómenos, y son explicados por ella, la determinación de éstos se hace en base a una serie de parámetros abstraídos de ellos y que son idealizados y seleccionados por la teoría misma, eligiendo sólo algunos de los muchos que intervienen realmente en los complejos fenómenos reales.

Así, la teoría construye una copia idealizada y contrafáctica del sistema fenoménico como si sólo intervinieran los aspectos seleccionados por ella. Es este un elemento constructivo que permite establecer cómo se comportarían los fenómenos en el caso en que se dieran esas condiciones ideales.

El universo de la ciencia, en este sentido, no es el complejo mundo de los acontecimientos sino el de la investigación experimental y de laboratorio donde se produce tal selección. Estas copias ideales son llamadas por Suppe *sistemas físicos, o sistemas físicos causalmente posibles*. Van Fraassen considera, desde el empirismo, que esta idealización no la hace la teoría directamente sino una teoría del experimento que, a partir de los datos experimentales, los informes

¹¹⁷ Esta *ficción de aislamiento* es la responsable de que, como consecuencia, los resultados obtenidos sean estrictamente hablando, falsos. Aunque sólo así se explica, a cambio, la fortaleza explicativa y predictiva de las hipótesis, unas hipótesis que nos hablan no de cómo se comportan los fenómenos sino de cómo se comportarían en el caso en que tales condiciones ideales se dieran.

de medición, etc, construye modelos de datos que llama *apariencias* y que pueden ser consideradas como la descripción de los fenómenos de forma relevante para la teoría. En este caso, como veremos más adelante, la idealización es mayor o doble con este paso a través de una teoría del experimento, aunque a cambio, la dependencia teórica de las aplicaciones es menor.

Los sistemas físicos o apariencias se consideran además aislados, y esto constituye un nuevo factor de idealización. Esta *ficción de aislamiento* es la causa de la imprecisión de la teoría y de la falsedad literal de las leyes al compararlas con los fenómenos.

6. Las leyes. Su función y representación

La función esencial de una ley es describir el comportamiento del tipo de sistemas físicos objeto de una teoría científica, más específicamente, describir las condiciones de lo físicamente posible. La distinción¹¹⁸ entre *leyes de coexistencia*, *leyes de sucesión* y *leyes de interacción* permite describir los posibles estados en que puede estar un sistema, sus trayectorias y su comportamiento en interacción. Una ley de coexistencia es una condición que limita la clase de estados posibles o, en otras palabras selecciona el subconjunto de los estados físicamente posibles del espacio de estados. Una ley de sucesión selecciona las trayectorias físicamente posibles en el espacio de estados. Y una ley de interacción considera a los sistemas interactuantes como un único sistema complejo.

Una vez introducidas las leyes de la teoría el espacio de estados queda configurado, y el comportamiento de un sistema físico o idealización de un

¹¹⁸ La distinción es de van Fraassen (1970b), 330 y ss., y también la recoge F. Suppe (1974), ed. cast. (1979), 261. No obstante, en F. Suppe (1976) estos tipos de leyes se consideran casos especiales de tipos de leyes más generales que incluyen también leyes de fenómenos adaptativos y de sistemas funcionales y teleológicos. Constituye este texto una completa exposición sobre la naturaleza de las leyes.

fenómeno es representado por diversas configuraciones impuestas al espacio de estados de acuerdo con las leyes de la teoría y sólo serán físicamente posibles aquellos puntos del espacio de estados cuyas coordenadas satisfagan una ecuación determinada.

Podemos ya afirmar que las teorías son estructuras y tales estructuras son espacios de estados que tienen unas determinadas configuraciones impuestas por las leyes de la teoría.

En *Leyes y simetría*, van Fraassen completa estas tesis introduciendo una división entre teorías relativistas y no relativistas. En éstas últimas los sistemas son entidades físicas que se desarrollan en el tiempo y, por lo tanto, tienen un espacio de posibles estados que pueden tomar o cambiar durante ese desarrollo. Esto introduce la idea de un grupo de modelos unidos por un espacio de estados común, cada uno tiene además un dominio de objetos más una función de historia, que asigna a cada objeto una historia o, lo que es lo mismo, una trayectoria en el espacio. Una teoría real constará de muchos grupos de modelos, cada uno con su espacio de estados. De tal forma que la presentación de una teoría debe consistir en la descripción de la clase de los tipos de espacios de estados. Igualmente en las teorías de carácter no relativista las ecuaciones básicas son de dos tipos y se corresponden con las ideas tradicionales de leyes de coexistencia y leyes de sucesión, el primer tipo restringe las posiciones en el espacio de estados, el segundo tipo restringe las trayectorias en el espacio de estados. En este sentido, y como desarrollaremos más adelante, las leyes no son otra cosa que los principios básicos de una teoría, sus ecuaciones fundamentales, leyes de los modelos, aquellas características importantes por las que los modelos pueden ser descritos y clasificados, pero en la visión que van Fraassen desarrolla ampliamente en esta obra no puede afirmarse que esas leyes se correspondan con leyes de la naturaleza tal como gran parte de la tradición filosófica ha establecido¹¹⁹.

¹¹⁹ van Fraassen, (1989a)

Desarrollado el primer paso de la reconstrucción de las teorías: la definición teórica, es decir la especificación de una familia de estructuras que son los modelos teóricos, queda por determinar en qué consiste la hipótesis teórica. La hipótesis teórica recoge las afirmaciones de la teoría sobre el mundo real, esto es, las afirmaciones de que ciertos sistemas reales o al menos observables pertenecen a la clase definida, al relacionar estos objetos abstractos construidos por la definición teórica con objetos físicos. La teoría se aplica al mundo mediante la hipótesis teórica, y es susceptible, por lo tanto de verdad o falsedad o de adecuación o inadecuación empírica. En el caso de que la hipótesis deba ser rechazada esto no implica la desestimación de la teoría ya que una nueva hipótesis puede ser diseñada sin la pérdida de la definición teórica.

Si en lo que respecta a la definición teórica el acuerdo es prácticamente unánime entre todos los seguidores de la Concepción Semántica, en lo que se refiere a la hipótesis teórica y a la particular relación de la teoría con el mundo al que se aplica el acuerdo se rompe delineándose varias posiciones.

Si la teoría, de forma constructiva, ha seleccionado los sistemas candidatos a ser sus aplicaciones mediante parámetros dependientes de sí misma, la aplicación se hace directamente al mundo de la experiencia, ahora bien, dependiendo de los compromisos ontológicos de cada autor la aplicación se va a considerar de forma diferente, aunque esencialmente, son dos las opciones: el realismo constructivo y el empirismo constructivo

7. El Realismo y el Empirismo Constructivo.

El realismo constructivo es la posición defendida por autores como Suppe, Giere, y autores próximos como Hooker, Beatty, Thompson etc, aunque entre ellos también existen diferencias a la hora de definir y justificar sus posiciones realistas.

Para el realismo constructivo las teorías se aplican globalmente, y sus condiciones de verdad las fija el contenido teórico completo. Las hipótesis teóricas, por lo tanto, pretenden ser verdaderas al corresponderse de cierta manera los modelos teóricos presentados como candidatos a la representación de la realidad y la realidad misma, aunque idealizada convenientemente.

La hipótesis teórica afirma que cada modelo propuesto representa el comportamiento real de un sistema físico completo, tanto en sus aspectos observables como inobservables, y por tanto son los modelos teóricos enteros los que se aplican, aunque sea indirectamente a través de las idealizaciones de laboratorio, a la realidad. El realismo constructivo considera, en base a ello, que las teorías son estructuras conceptuales que pretenden dar una descripción verdadera de la realidad y aceptar una teoría es comprometerse con la creencia de que su hipótesis teórica es verdadera en este sentido.

Aunque todo ello debe ser matizado ya que no estamos hablando de un realismo ingenuo, sino que debido a la naturaleza constructiva de la ciencia, las teorías sólo pueden representar los fenómenos de forma aproximada, no sólo porque éstos son idealizados, sino porque además es la propia teoría quien determina esos grados de similaridad entre sus modelos y el sistema físico estudiado. Así, aunque es el modelo entero el que se aplica, sólo algunos de sus aspectos, observables e inobservables, tienen contrapartida en la realidad, y además con un grado variable de exactitud.

La hipótesis teórica en el marco del realismo constructivo afirma una similaridad entre los modelos y los sistemas reales, y un sistema real es similar a un modelo propuesto en aspectos y grados especificados¹²⁰. Y mantener que la hipótesis es verdadera no implica más que afirmar que un tipo y grado de similaridad existe entre el modelo y el sistema real. Pero, además, este realismo

¹²⁰ R. Giere, (1988), 81.

también incorpora un fuerte componente falibilista y pragmático gracias al cual puede mantenerse la aceptación de la hipótesis de forma tentativa y sujeta al juicio de posible nueva evidencia.

Van Fraassen está de acuerdo con los restantes integrantes de la Concepción Semántica en que las teorías hacen afirmaciones sobre el mundo y, por tanto, incluyen una hipótesis teórica que puede ser aceptada o rechazada según su adecuación o inadecuación a lo que sucede en el mundo. Al mismo tiempo, como hemos señalado, está especialmente interesado en la QM, que constituye el punto de referencia para su particular interpretación de la Concepción Semántica. Ya hemos visto que esto le lleva a distanciarse de Suppe y Giere en algunos aspectos técnicos respecto a la naturaleza y estructura de las teorías. Pero donde esta influencia se hace especialmente notoria es en su forma de entender la aplicación de la teoría al mundo y los compromisos derivados de la aceptación de una hipótesis teórica. En este caso la Mecánica Cuántica, al menos en la interpretación clásica de Copenhage¹²¹, tiene unas características muy especiales que afectan a su relación con la realidad y a la forma de interpretarla físicamente. De ahí que van Fraassen se desmarque del realismo, incluso en una versión tan suavizada como la elaborada por Giere y haga una propuesta completamente diferente: el empirismo constructivo.

Su afirmación fundamental es que las teorías han de interpretarse literalmente pero, al mismo tiempo, lo que la ciencia busca es ofrecernos teorías que sean empíricamente adecuadas. Interpretar literalmente una teoría quiere decir que su lenguaje ha de construirse literalmente como si todo lo que afirma existiera realmente. Según esto las teorías no han de entenderse como aproximaciones, sino como queriendo decir lo que dicen, incorporando un compromiso ontológico según el cual si la teoría contiene afirmaciones acerca de ciertas entidades, es necesario interpretarla como afirmando que existen esas entidades. Todo esto es

¹²¹ Un análisis comprensivo de la interpretación modal de la mecánica cuántica en su variante de Copenhage y las razones del rechazo de las variantes alternativas se encuentra en van Fraassen (1979 a), así como en su más reciente texto sobre Mecánica Cuántica. (van Fraassen, 1991).

necesario porque como en el Realismo Constructivo, también aquí es el contenido teórico entero quien fija las condiciones de verdad de la teoría. Lo que se aplica, por tanto, es la teoría como una estructura global o, para ser más exactos, sus modelos teóricos completos.

Pero eso no significa que realmente existan tales entidades y mucho menos que las teorías pretendan ser descripciones verdaderas de la realidad o descubrir la verdad de lo inobservable. Por el contrario, lo único que pretende la actividad científica es construir modelos adecuados a los fenómenos observables, es decir teorías empíricamente adecuadas.

Capítulo IV

Algunos puntos de comparación entre las Concepciones Estructuralista y Semántica de las Teorías Científicas.

Presentadas ambas concepciones, sus métodos de reconstrucción o identificación de las teorías científicas, sus técnicas de análisis y su aparato conceptual, nos proponemos comparar ambas propuestas filosóficas¹²². Desde la perspectiva de la consideración de las teorías como estructuras, una teoría científica es una estructura conceptual que es posible reificar utilizando métodos semánticos, esto es, presentando el conjunto de sus modelos y aplicaciones, lo que ha permitido una caracterización más adecuada de la estructura interna de las teorías, su contenido empírico, el estatus de los conceptos que utilizan, etc. En ello coinciden, globalmente, la Concepción Estructuralista de las teorías científicas propuesta por Sneed, Stegmüller y Moulines, fundamentalmente, y la

¹²² Un análisis más profundo de los puntos de encuentro y diferencias entre ambas concepciones se encuentra en J. Sánchez (1985) y (1988). Es importante también a este respecto el análisis de Pérez Ransanz (1985) sobre el concepto de teoría empírica de van Fraassen, a la que éste contesta en van Fraassen (1985b).

Concepción Semántica de Suppe, Giere y van Fraassen. A pesar de estas coincidencias, en pocas ocasiones se refieren los defensores de una opción a los de la otra, y cuando lo hacen es para valorar a la opción estructuralista de neopositivista como el caso de F. Suppe¹²³, o de instrumentalistas como el caso de van Fraassen¹²⁴. Por otro lado Stegmüller¹²⁵ caracteriza el enfoque de van Fraassen de formalización parcial, ya que el objeto de la formalización no es la teoría principal, sino una ‘teoría satélite’ de ‘sentencias elementales’.

Ambas concepciones son igualmente poderosas y, aparentemente, enfrentadas y excluyentes ya que dan respuestas diferentes a los núcleos de problemas señalados. Sin embargo, si atendemos a sus tesis fundamentales y a sus puntos de partida es posible establecer que, en gran medida, son complementarias. Aunque la posibilidad de síntesis y la elaboración, a partir de ellas, de una única Filosofía de la ciencia, queda excluida fundamentalmente porque las técnicas utilizadas en la reconstrucción son completamente diferentes.

1. Axiomatización informal o Formalización de las teorías.

La Concepción Estructuralista opta por una axiomatización informal utilizando la teoría de conjuntos, tal opción tiene una explicación basada en su origen, esto es las axiomatizaciones informales de la Mecánica Clásica utilizando métodos matemáticos y definiendo las teorías directamente mediante sus modelos, propuestas por P. Suppes y Adams, entre otros, y luego generalizada a cualquier

¹²³ Suppe (1979), 322

¹²⁴ van Fraassen (1989a), 190

¹²⁵ Stegmüller, (1979b) ed. cast. (1981), 113. Reconocen, sin embargo, en textos más recientes que el estructuralismo debería prestar más atención a la cuestión de la relación entre la teoría y los fenómenos, como hace la concepción semántica. (Diederich, 1996, 18). Ibarra y Mormann (1997) es una importante contribución en este sentido. El análisis de la representación propuesto en estas páginas es especialmente crítico con la idea de representación dibujada por la opción semántica y, en especial, la de van Fraassen, ya que según estos autores, si bien van Fraassen ha liberado del corsé lingüístico el tradicional enfoque representacional del positivismo que definía la representación científica como una correspondencia entre el nivel teórico y el observacional, este sigue sosteniendo una visión estática de la representación.

tipo de teoría con aparato matemático considerable, pero que seguía manteniendo como modelo ideal a la física matemática. Su confianza en la axiomatización, aunque informal, con técnicas conjuntistas está basada en la posibilidad de la identificación de leyes fundamentales, que sean válidas para todos los modelos de la teoría que permitan definir el elemento teórico básico de una red teórica. Ello implica que deben ser muy generales, casi vacuas, por otro lado para cumplir tal condición, además han de ser muy poco numerosas. En cualquier caso, este recurso permite mostrar las conexiones entre los distintos elementos teóricos a través de la imagen de una estructura arbórea donde a partir de un elemento teórico surgen las futuras ramificaciones a través de la especialización a partir de una ley o elemento teórico primero y fundamental. Si bien también es posible anotar que tal imagen de la ciencia hace poca justicia a los episodios revolucionarios de Kuhn como apuntamos más arriba acercándose a una visión lakatosiana de la ciencia.

La Concepción Semántica opta por una formalización mediante espacios de estados y no por una axiomatización debido a que su origen se sitúa en los intentos de sistematización de la Mecánica Cuántica realizados por Von Neumann y los trabajos de E. Beth en esta misma línea entre los años 50 y 60. Se niega la posibilidad de la axiomatización basándose en la imposibilidad de encontrar leyes fundamentales, leyes que sean válidas para todos los modelos de la teoría. En este caso, la función de las leyes es configurar los tipos de espacios de estados.

Las diferencias más radicales entre una y otra concepción surgen fundamentalmente de la opción por una de las dos dicotomías encerradas en la clásica distinción teórico-observacional. La Concepción Estructuralista opta por considerar que la dicotomía relevante es la de conceptos teóricos-no teóricos y la Concepción Semanticista cree que la relevante es la dicotomía entidades observables-inobservables. Tal elección hace que, desde nuestra evaluación, una y otra concepción parece revelarse más poderosa allí donde la otra se muestra más

débil¹²⁶, aunque nuestra opción por la Concepción Semanticista se basa en la riqueza de sus respuestas a lo que consideramos el grupo de temáticas más relevantes en la actualidad para una filosofía de la ciencia: las relaciones entre la teoría y el mundo, las facetas pragmáticas de la aceptación de las teorías y los compromisos implícitos en la aceptación, el papel de la experimentación en la construcción teórica y la consideración de ésta como un diálogo constante con los fenómenos de la naturaleza, entre otros aspectos que iremos resaltando.

2. Conceptos T-teóricos/T-no teóricos y Entidades Observables-Inobservables

La Concepción Estructuralista, tal como hemos expuesto, está interesada fundamentalmente en la reconstrucción de la estructura interna de las teorías, el aparato conceptual y las relaciones particulares entre cada uno de los elementos estructurales y caracteriza una teoría científica como una estructura o especie de estructura definida extensionalmente mediante sus conjuntos de modelos y sus aplicaciones a la realidad. Explicitaba, en primer lugar, su estructura matemática definiendo un predicado conjuntista que ofrece una lista de condiciones que debe cumplir cualquier entidad para ser modelo de dicha estructura, donde algunas de esas condiciones de definición son internas a la definición misma de estructura (axiomas impropios o esquema conceptual) y otras son esenciales para poder hablar incluso de la existencia de una teoría empírica (axiomas propios o axioma fundamental o ley). Pudimos caracterizar, de esta forma, dos especies de estructuras: a) aquella que satisface o pertenece al esquema conceptual y puede satisfacer el axioma fundamental una subespecie de la cual son las que de hecho lo satisfacen y b) la que satisface una parte del esquema conceptual pero puede ser expandida hasta satisfacerlo completamente y satisfacer el axioma fundamental, una subespecie de las cuales, aquellas expandidas de hecho, son las aplicaciones de la teoría. Se establecía así, extensionalmente, el conjunto de estructuras matemáticas de la teoría, los modelos, cuyo aspecto o

¹²⁶ Esta característica es subrayada por J. Sánchez (1985) y (1988).

identidad semántica viene dada al establecer el anclaje de las estructuras con la realidad: los sistemas físicos que constituyen el dominio de aplicación de la teoría.

Las dos especies de estructuras, desde el punto de vista semántico, agrupaban cinco elementos: a) el conjunto M_p de modelos potenciales de la teoría, del cual el conjunto M de modelos es un subconjunto (aquellos que satisfacen el axioma fundamental) y un conjunto C de condiciones de ligadura que dan cuenta de los solapamientos parciales de los modelos efectivos de la teoría. b) el conjunto M_{pp} de modelos parciales posibles, que satisfacen una parte del esquema conceptual, un subconjunto del cual lo constituye el conjunto I de aplicaciones posibles de la teoría.

Para establecer las relaciones entre ambas especies de estructuras caracterizadas semánticamente, y fijar, en último término el contenido empírico de la teoría, se introduce el criterio que constituye el sello identificador de la concepción estructuralista: *la distinción teórico-no teórico*. Esto es, dada una teoría T , aquella objeto de reconstrucción, es posible analizar sus funciones y diferenciar aquellas en que todos sus valores pueden determinarse sin presuponer la validez de la teoría T (acudiendo a una teoría anterior): funciones T - no teóricas, de aquellas otras que la presuponen o exige que la teoría haya tenido una aplicación exitosa: funciones T - teóricas. La distinción está basada estrictamente, en el uso de los conceptos, pero sólo puede aplicarse a las funciones no a los individuos o dominio de individuos, éstos han de considerarse siempre como empíricos o no teóricos ya que forman parte de M_{pp} . Esto significa que han de venir dados previamente a la teoría T , aunque luego sea ésta la que los explique aplicando funciones T -teóricas al conjunto de individuos proporcionados por las teorías previas. Esto permite al estructuralismo diseñar un encadenamiento de las teorías dadas en la historia de la ciencia, una jerarquización desde la geometría física hasta las teorías más recientes; introduciéndose nociones más complejas como la de red teórica, que permiten establecer relaciones entre distintos elementos teóricos (teorías) y nociones pragmáticas como la de comunidad científica y los intervalos históricos, es posible presentar el estado o estructura

estática de una red teórica si tomamos en cuenta un intervalo histórico determinado y su evolución, refinamiento de los elementos teóricos, y las propuestas de nuevas aplicaciones, si hablamos de sucesión de intervalos.

Ahora bien, tal como hemos señalado en la exposición de la concepción estructuralista, el ámbito empírico parece desvanecerse una vez se ha puesto en marcha una primera teoría, a partir de la cual habrían surgido todas las teorizaciones sucesivas respecto a ese ámbito o dominio de individuos. Los procesos de idealización a partir de la experiencia, la función del experimento y la relación teoría-realidad queda fuera del ámbito del estructuralismo.

Por su parte, la Concepción Semántica va a atender precisamente a estos aspectos de una manera directa y está menos interesada en la estructura interna específica de las teorías concediendo una gran importancia al papel activo del experimento en la construcción y desarrollo de las teorías y concede menos importancia a la influencia de teorías antecesoras.

La distinción relevante, en este marco, es la de *entidades observables-inobservables* manteniendo que todos los conceptos que forman parte de una teoría son teóricos en el sentido en que es ella quien selecciona, determina e idealiza los parámetros definientes de la teoría (aquellos parámetros que se consideran relevantes para describir o interpretar los fenómenos que ha idealizado). Para presentar una teoría se considera que está compuesta por dos elementos: la definición teórica y la hipótesis teórica. La primera consiste en la definición de una clase de sistemas mediante la especificación de una familia de estructuras que son los modelos de la teoría; se afirma, en base a ella, que la teoría equivale al conjunto de todos estos modelos definidos y, a diferencia del Estructuralismo, lo hace de forma intensional. La hipótesis teórica consiste en la afirmación de que ciertos sistemas o tipos de sistemas reales pertenecen a la clase que define.

Para definir un tipo de sistema físico se especifica el conjunto de estados que puede adoptar tal sistema; un estado es una configuración concreta del sistema físico y su comportamiento puede ser representado como una trayectoria: una secuencia de estados. Formalmente, lo que se especifica es una colección de entidades matemáticas que es usada para representar esos estados: tal colección particular a cada tipo de sistemas es lo que van Fraassen llama un espacio de estados: una estructura matemática que puede representar el conjunto de todos los estados que puede adoptar un sistema físico o un tipo de sistemas físicos y cuya estructura topológica será relativa a la teoría objeto de reconstrucción. El espacio de estados representa posibles estados del sistema, o modelos de la teoría que, sin embargo, no son modelos teóricos, sino modelos de datos. Es una estructura marco donde quedan representados todos los posibles estados del sistema, pero para describir exactamente el comportamiento de los tipos de sistemas físicos estudiados por la teoría se introducen las leyes. El espacio de estados queda configurado y se convertirá en un modelo del comportamiento físicamente posible de los fenómenos. Se especifica así una familia de estructuras que son los modelos teóricos.

La hipótesis teórica recoge las afirmaciones de la teoría sobre el mundo real, esto es, las afirmaciones de que ciertos sistemas reales, o al menos observables, pertenecen a la clase definida, al relacionar estos objetos abstractos construidos por la definición teórica con objetos físicos. La distinción observable-inobservable cobra aquí importancia ya que desde el punto de vista de van Fraassen y su propuesta, el empirismo constructivo, aceptar una teoría es creer que es empíricamente adecuada, que lo que dice la teoría, su hipótesis teórica, acerca de lo que es observable es adecuado.

Además, la Concepción Semántica considera que las teorías son herramientas o idealizaciones útiles para describir, explicar o intervenir en el mundo, por ello necesita un mundo dado independiente de la teoría por más que sea esta la que lo selecciona, idealiza e interpreta. Este mundo independiente es

observable, o real en la opción de los realistas, y la observación se define de forma naturalizada.

3. Presentación extensional-intensional del conjunto de modelos de la teoría y el conjunto de sus aplicaciones

Los recursos formales exhibidos y los intereses explicativos muestran por qué la Concepción Estructuralista presenta el conjunto de los modelos de una teoría de forma extensional, al tiempo que el conjunto de aplicaciones se muestra de forma intensional: El conjunto I de aplicaciones es abierto, de tal manera que partiendo de los mundos construidos por las teorías de nivel inferior, los conjuntos M_{pp} , se pueden ir proponiendo aplicaciones nuevas por expansión desde M_{pp} a M . Por su parte, la Concepción Semántica muestra intensionalmente el conjunto de los modelos de la teoría ya que representan todos los mundos posibles según la teoría y extensionalmente sus aplicaciones, puesto que, en gran medida, el campo de aplicación de la teoría está dado independientemente puesto que es el mundo de la experiencia, por más que éste sea sometido a idealización, o esté construido de forma relevante a la teoría. Esto permite una atención cuidadosa a los procesos de idealización y construcción de la base empírica de la teoría cobrando importancia el análisis de los datos, la construcción de los sistemas físicos o las ‘apariencias’, los informes de observación, etc, a la par que el campo de las relaciones entre ciencia y tecnología adquiere una importancia teórica central, esto es, se atiende al rol de la experimentación y el uso de tecnologías en la construcción de la base empírica de la teoría, al tiempo que se muestra cómo aquellas son implementadas en base a las exigencias de la construcción teórica.

Otra consecuencia de tal opción es que las técnicas de reconstrucción estructuralistas presentan de forma estática los componentes de la teoría, mientras que la concepción semántica puede representar también la evolución espacio-temporal de los sistemas modelados por la teoría. En otras palabras, el estructuralismo considera los modelos teóricos como estáticos, explicativos y aplicándose a un mundo reflejado en una ‘foto fija’, esto es explican la situación

del sistema en un momento t , mientras que la concepción semántica reconstruye las teorías de tal manera que sus modelos son dinámicos y describen la conducta y evolución temporal de los sistemas a que se aplican.

4. Rendimiento teórico o interpretativo: la evolución histórica de las teorías y los procesos de idealización de los fenómenos.

Por lo que se refiere a la relación teoría-mundo, la concepción estructuralista parte de que los conceptos básicos son proporcionados por teorías anteriores, reconstruyendo la jerarquía de presuposiciones entre teorías, la evolución de los elementos teóricos y las redes teóricas, la dinámica de la ciencia así como una aproximación al concepto de progreso científico.

La Concepción Semántica atiende fundamentalmente a los procesos de idealización de los fenómenos, objeto de teorización, y cómo la teoría, o una especie de teoría del experimento, construye una copia idealizada del sistema fenoménico, las ‘apariencias’, en la terminología de van Fraassen y que constituye la base empírica-observacional de la teoría.

Como consecuencia de ello, la reconstrucción estructuralista permite establecer un encadenamiento de las teorías históricamente dadas y dar cuenta de las transformaciones de sus estructuras a través del tiempo, aunque la idea resultante de un cierto acumulativismo es inevitable. La Concepción Semántica, por su lado, al partir de los procesos de idealización del mundo de la experiencia no atiende directamente a las relaciones entre teorías sucesivas y sí al papel de la experimentación en la construcción de las apariencias y su contribución al desarrollo de la teoría así como los compromisos o grados de aceptación de las teorías.

Además la imagen resultante de la ciencia que se define a través de las tesis estructuralistas es la de una estructura global jerarquizada tanto sincrónica como diacrónicamente, de manera que al reconstruir una teoría se pone en juego

también nuestro conocimiento del resto de teorías que actúan como marco y que son necesarias para dar cuenta de las relaciones de presuposición, teorización, reducción e interteoricidad, pero la filosofía de la ciencia es particular, ya que sus afirmaciones son siempre relativas a una teoría, sea en abstracto (la filosofía general de la ciencia) o respecto a una teoría específica concreta (la filosofía especial).

Por su parte, para la concepción semántica cada teoría forma un mundo por sí sola y no es necesario considerar su encadenamiento en la ciencia global, aunque a veces sea útil tomarlo en cuenta, recordemos que no necesita definir conceptos no-teóricos recurriendo a teorías previas como sucede en el estructuralismo. Pero sí considera que la filosofía de la ciencia es global, y sus afirmaciones se refieren a toda la ciencia, es por ello que se demanda, como en el caso de van Fraassen, la cautela del escéptico ante las particularidades de la Mecánica Cuántica como la actitud defendible ante toda la ciencia y sus afirmaciones y postulaciones.

Entendiendo que en la moderna Filosofía de la Ciencia no existe un método formal de reconstrucción justificable a priori, ambas propuestas pueden considerarse igualmente poderosas, teniendo en cuenta que son buenos instrumentos de análisis allí donde se revelan más eficaces: para dar cuenta de la estructura interna de un elemento teórico, sus transformaciones, sus relaciones con otros elementos teóricos y la constitución de redes, en un caso, y para dar cuenta de la actividad científica, la relación entre una teoría y el mundo de la experiencia, el papel de la experimentación y las bases para la aceptación de una teoría, en el otro.

Aunque nuestra valoración es que el estructuralismo es un buen instrumento para la reconstrucción histórica de la ciencia, las restricciones del formalismo impiden, una interpretación más rica y matizada de lo que constituye un episodio de revolución científica, por lo que nos sumamos a la propia valoración de Kuhn acerca del rendimiento de este formalismo para someter al

análisis este tipo de cambios profundo. Por otra parte, el rendimiento filosófico de la concepción semántica y, en particular, el enfoque de van Fraassen nos permitirá transitar por lo que a nuestro juicio es el núcleo fundamental de los debates actuales acerca de la ciencia: la actividad científica como proceso constructivo e interventor y generador de interpretaciones del mundo, los procesos de decisión científica, los compromisos con programas de investigación, las bases de la aceptación de las teorías, y las posiciones epistemológicas y actitudes defendidas por una filosofía de la ciencia que no renuncia a la elaboración conceptual y a la interpretación no formalista de los diferentes tópicos que definen la actividad científica.

SEGUNDA PARTE

Capítulo V

El debate realismo-empirismo

It is philosophers, not scientists, who are realists or empiricist, for the difference in views is not about what exists but about what science is.¹²⁷

1. Una “receta para el desastre”.

En *The Scientific Image*, obra de 1980, van Fraassen polemizaba duramente con los defensores del realismo científico, una posición filosófica que define comprometida con que *el objetivo de la ciencia es darnos, en sus teorías, una historia (story) literalmente verdadera de cómo es el mundo; y la aceptación de una teoría científica implica la creencia de que es verdadera.*¹²⁸ El innegable éxito de la ciencia constituye para los realistas, la prueba efectiva de que tal

¹²⁷ van Fraassen, (1985a), 255.

¹²⁸ van Fraassen (1980a), 8.

objetivo está siendo alcanzado y que la creencia está plenamente justificada. Los esfuerzos filosóficos se centran, por lo tanto, en entender cómo ha procedido la ciencia en la consecución de su objetivo y aún más, porqué deben proceder de esa forma si se quieren obtener éxitos futuros. La metodología científica constituiría, desde este punto de vista, el ansiado “mapa del tesoro de la verdad”, al tiempo que la creencia en la existencia de tal tesoro está plenamente justificada dado el innegable éxito de la ciencia.

Esta es la ‘receta para el desastre’ que van Fraassen identifica como el conjunto de supuestos y compromisos de los realistas en sus esfuerzos por clarificar el funcionamiento de la ciencia:

Paso 1: Asumir que existe tal cosa como *el método científico* y que ha sido descrito de la mejor forma posible, al menos en parte, por la consideración X.

Paso 2: Asumir que este método es un método para llegar a la verdad, o al menos a información fidedigna acerca del aspecto Y del mundo.

Paso 3: Plantear el problema de la justificación: mostrar o explicar cómo el método descrito por X está especialmente bien diseñado para llevar a la verdad o a información fidedigna acerca de Y, o al menos que este método es mejor que los métodos alternativos que pudieron haberse seguido. Proporciona tal justificación, Z.

Paso 4: Analizar la justificación Z proporcionada. Nota que descansa en ciertas asunciones. Entonces afirma que el éxito de Z al explicar el éxito de las ciencias que proceden según el método X proporciona buenas razones para afirmar que esas asunciones que están a la base de Z son correctas¹²⁹.

¹²⁹ van Fraassen (1985 a), 259.

De entre las asunciones más básicas que los realistas científicos mantienen, fundamentalmente, como hemos acotado, en los años ochenta, se encuentra la idea de que la ciencia permite el acceso a las entidades y procesos reales, llegando a conocerlos, así, de una forma bastante aproximada, afirmando además que la verdad de las descripciones proporcionadas por la ciencia, al menos de forma aproximada, constituye el pilar básico en que se sustenta precisamente el concepto ‘conocer’. Aún cuando en esas descripciones aparezcan términos teóricos, éstos se refieren a entidades reales, aunque inobservables, esto es, son expresiones con referencia.

Si bien hemos de ser cautos con la gran variedad de realismos y con los diversos grados de compromiso con estas afirmaciones y esta imagen de la ciencia, el realista, en general, está comprometido con una teoría de la verdad por correspondencia¹³⁰. Si una teoría es, de hecho, verdadera, entonces en el mundo existen exactamente esas entidades que la teoría dice que hay y tienen exactamente esas características que los términos de la teoría describe.¹³¹ Es esta una interpretación literal que distancia claramente al realismo de otras posiciones filosóficas para las cuales el contenido de las teorías, sus afirmaciones, son, estrictamente hablando, falsas, y hay que interpretarlas. El instrumentalismo o el empirismo lógico constituyen claros ejemplos antirrealistas que defienden la falsedad literal de las teorías, si bien no todo antirrealismo sostiene esta tesis. Como veremos, van Fraassen defenderá también la interpretación literal de las afirmaciones de la ciencia, si bien las consecuencias no son las inferidas por los realistas, esto es, aceptar la literalidad de las afirmaciones científicas no significa

¹³⁰ B. Ellis elabora un programa alternativo para el realismo científico diseñando una tesis pragmática según la cual podemos sostener que la ciencia tiene como objetivo proporcionarnos la mejor explicación posible de los fenómenos naturales, y la aceptación de una teoría científica, argumentando de forma paralela a van Fraassen, implica la creencia de que pertenece a tal consideración explicativa. Esta tesis pragmática es perfectamente defendible, afirma, por aquellos realistas que acepten una teoría pragmática de la verdad, ya que la mejor explicación posible, si existe, es necesariamente la verdadera. En realidad, sigue argumentando B. Ellis, esta es la única salida para un realista que debe rechazar la teoría de la verdad por correspondencia, ya que se revela inadecuada, y no quiera deslizarse por la pendiente que lleva al empirismo constructivista. (B. Ellis, 1990, 97)

¹³¹ C.A. Hooker (1987), 7.

ipso facto, conceder la realidad de la existencia de las entidades postuladas. Este aspecto lo desarrollaremos más adelante en el marco de la defensa del empirismo propuesta por van Fraassen.

Por su parte, Richard Boyd¹³² definió también el realismo científico afirmando que los términos teóricos en las teorías científicas deben ser entendidos como expresiones supuestamente referentes, con lo que las teorías pueden ser interpretadas ‘realísticamente’. Las teorías, interpretadas realísticamente son, además, confirmables y, de hecho, son confirmadas a menudo como aproximadamente verdaderas por la evidencia científica ordinaria, e interpretadas de acuerdo a estandars metodológicos ordinarios. El progreso histórico de las ciencias maduras, es entendido como un proceso de aproximaciones sucesivas cada vez más precisas a la verdad acerca de los fenómenos observables e inobservables. Las teorías más recientes se construyen sobre el conocimiento observacional y teórico incluido en teorías previas. Y finalmente, que la realidad que describen las teorías científicas es, en gran parte, independiente de nuestros pensamientos o compromisos teóricos. También ofrece el siguiente argumento, caracterizado por van Fraassen como el ‘Argumento final’:

*El argumento positivo para el realismo es que es la única filosofía que no convierte el éxito de la ciencia en un milagro. Que los términos en las teorías científicas maduras refieren, que las teorías aceptadas son aproximadamente verdaderas, que los mismos términos pueden referir a las mismas cosas aunque aparezcan en teorías científicas distintas- estas afirmaciones son vistas por el realista científico no como verdades necesarias sino como parte de la única explicación científica del éxito de la ciencia, y por lo tanto como parte de cualquier descripción científica adecuada de la ciencia y sus relaciones con sus objetos.*¹³³

¹³² R. Boyd (1984), 41-42.

¹³³ van Fraassen (1980 a), 39. El argumento es construido en los mismos términos por Putnam (1975) quien dice haberlo tomado prestado de R. Boyd. Así lo expone también en Putnam (1984).

Desde este punto de vista se convierte al realismo científico en la única descripción científica de la empresa científica, una vez que todo el proyecto del empirismo lógico se viene abajo.

2. El realismo evolucionista.

Otros interlocutores realistas de van Fraassen lo forman el grupo de filósofos que hace descansar las afirmaciones sobre la actividad científica en las tesis evolucionistas. Literal o metafóricamente, la teoría de la evolución ofrece sus recursos explicativos y conceptos para la interpretación del progreso de las ciencias y del desarrollo de las capacidades cognitivas humanas. R. Giere¹³⁴, Churchland¹³⁵, y C. A. Hooker¹³⁶ desarrollan este *realismo naturalizado y evolucionista*¹³⁷ que mantiene como premisa básica que el mundo como tal no puede ser inspeccionado independientemente de la percepción sensorial humana conceptualmente interpretada, así que cuestiones básicas para el realista como la verdad por correspondencia, las leyes de la naturaleza, o el progreso científico deben ser reinterpretadas a la luz de esta nueva perspectiva ya que el naturalismo convierte las tradicionales bases del conocimiento en algo totalmente falible. Las teorías científicas nos presentan, desde el punto de vista del evolucionismo, como una especie desarrollada entre todos los muchos habitantes del mundo que nosotros no hemos creado y que sólo entendemos de forma imperfecta, *encontrando nuestro camino a través del uso de nuestras capacidades sensorias y*

¹³⁴ Si bien dedicaremos más adelante un apartado especial para este interlocutor directo de van Fraassen a propósito de la definición del Realismo Constructivo formando parte de la Concepción Semántica de las teorías, R. Giere participa igualmente de esta visión evolucionista. Diseña un realismo aproximativo que incluye valores, elementos de teoría de la decisión, de epistemología evolucionista y factores psicossociológicos, con el horizonte de la posibilidad de una teoría unificada de la ciencia incorporando la psicología, la sociología y la historia de la ciencia entre otras. R. Giere, (1984), (1985b), (1987) y (1988), Aunque también es cierto que en su último texto, define tal tarea como imposible. Mantiene, sin embargo, su realismo ahora caracterizado como perspectivista y naturalizado. (R. Giere, 1999).

¹³⁵ Churchland, (1979).

¹³⁶ Hooker, (1987) y (1995). En Hooker (1985) polemiza abiertamente con van Fraassen y su defensa del empirismo contra el realismo.

¹³⁷ En el texto de 1987, Hooker define el realismo como sistemático y contextual, un realismo fuertemente apoyado en la efectividad y reflexividad de la ciencia y en la tecnología y su objetivo es articular una teoría general del conocimiento. (Hooker, 1987, 273 y ss.).

*motoras altamente falibles orquestadas con teorías igualmente altamente falibles que construimos y que estamos obligados constantemente a reconstruir en tanto nuestra experiencia se extiende a través de cada vez más amplias condiciones medioambientales.*¹³⁸ Desde este punto de vista, no hay certezas, y la cognición es tan problemática como el mundo.

El realismo naturalista, así, se presenta como un realismo de carácter crítico, alejado de los realismos ingenuos, y que presenta al conocimiento humano como un fenómeno natural, un complejo de capacidades individuales y de especie, a ser estudiado como cualquier otro fenómeno natural, con la complicación añadida de que tales teorías deben ser reflexivamente consistentes, ya que este esquema es igualmente falible, de ahí que la epistemología deba formar junto a la ciencia una unidad coherente, una concepción consistente acerca de nosotros y nuestro cosmos. Y la ciencia de hecho, continua el argumento, presenta una concepción bien confirmada de un mundo externo independiente y de nosotros como una especie desarrollada, de forma relativamente reciente, en él, aprendiendo a través de la interacción causal con ese mundo. Esta es, afirma Hooker¹³⁹ la metafísica básica para el realismo. Esta es, por otro lado, la imagen científica básica que puede ser parcial y falible, pero aproximadamente cierta y, de acuerdo con ella, la cognición implica la construcción activa de algún tipo de mapa o modelo en la cabeza, comenzando con elementales coordinaciones sensorio-motoras. Las construcciones elaboradas a partir de estas más elementales no pierden el carácter referencial: las referencias de esas construcciones son situaciones que se dan en un mundo externo causalmente mediado por nosotros. Y ello da ahora sentido a la teoría de la verdad por correspondencia.

En su texto programático¹⁴⁰ ofrece las siguientes tesis que dibujan el realismo que propugna, ordenadas en base a los diferentes componentes metafísicos, semánticos y epistémicos que lo definen.

¹³⁸Hooker (1995), 15.

¹³⁹Ibid, 16

¹⁴⁰ Nos referimos a Hooker (1987), 256

Componentes Metafísicos:

1. La existencia es lógicamente y conceptualmente independiente de condiciones epistémicas.
2. La realidad es cognoscible y sujeto y objeto están causalmente relacionados (no en alguna manera constitutiva fuerte)

Componentes Semánticos:

3. La verdad consiste en una correspondencia apropiada que se mantiene entre el lenguaje y el mundo
4. La verdad se obtiene o falla independientemente de todos nuestros criterios de aceptación o rechazo
5. Las teorías de la ciencia son candidatas a la verdad tanto como para la aceptación o rechazo epistémico
6. Los términos teóricos tienen contenido semántico apropiado para ser componentes de los candidatos a la verdad y su contenido semántico no es totalmente reducible a la semántica de los términos observacionales

Componentes Epistémicos:

7. En cualquier tiempo dado, es el valor epistémico completo de una teoría, de la cual su adecuación empírica no es más que un componente, lo que determina nuestra actitud epistémica racional hacia ella.
8. Nuestras teorías epistémicamente más valoradas son nuestra guía más aceptable sobre la realidad.

Autores realistas como Leplin, Horwich, Devitt o Ellis¹⁴¹ mostrarían desacuerdos con algunas de estas tesis particulares. Todos ofrecen listados de tesis definitorias del realismo, o diseñan tesis que tratan de presentar lo común a todos

¹⁴¹ Son centrales los textos Leplin (1984), Horwich (1982), Devitt (1984) y Ellis (1985)

los realistas, pero lo cierto es que la riqueza de matices en los compromisos es inmensa. Así, tal como expone en estas mismas páginas Hooker, Horwich mantiene una versión de las tesis 3, 4, 5 y 6 o Ellis se comprometería con las tesis 5 y 6 como centrales, pero Hooker quiere defender, y esto le diferencia claramente de sus compañeros realistas, las tesis 1 a 8 como parte de una visión unificada y coherente del mundo y de nosotros, lo cual es abordado desde la perspectiva naturalista.

3. El naturalismo de C. A. Hooker.

A diferencia de los naturalismos clásicos la afirmación de que el mundo es una unidad natural, que los seres humanos formamos parte de tal unidad y que nuestra cognición, por lo tanto, pueda ser teorizada como una capacidad natural, una habilidad que encaja en el marco general de las habilidades naturales de las otras especies, cuya comprensión implica el estudio de la evolución de tales habilidades desde las especies con respuestas emocionales, perceptivas o cognitivas más primarias a las más complejas, el naturalismo defendido por Hooker no requiere reduccionismo (ni la reducción conductista ni la funcional) para afirmar tal unidad natural. El concepto clave es el de integración, donde por ejemplo, *los principios de la percepción se entienden como aplicables igualmente a reptiles y humanos, pero en ese marco unificado la estructura procesual de información da a la percepción humana una capacidad cognitiva mucho mayor. Igualmente, las emociones humanas se difunden con la estructura cognitiva en una forma en que no lo están las reacciones de los reptiles, pero el esquema bioquímico y funcional es el mismo*¹⁴².

La defensa del naturalismo se convierte de la mano de Hooker en la única defensa filosóficamente plausible del realismo, gracias a su sistemático anti-anthropocentrismo y falibilismo además de constituir, a su juicio, la metodología teóricamente más fecunda que existe, la que nos conduce hacia las teorías

¹⁴² Hooker (1987), 261.

científicas más comprensivas, precisas y útiles. Por último, el naturalismo constituye también una parte esencial de la mejor explicación filosófica de la dinámica cognitiva de la ciencia.

4. El realismo constructivo, perspectivista y naturalizado de R. Giere.

R. Giere mantenía en sus obras de los años ochenta tal búsqueda de una teoría unificada de la ciencia desde el compromiso con el naturalismo. Los recientes trabajos en ciencias cognitivas proveyeron la inspiración, y algunos mecanismos interpretativos y explicativos, para ir más allá en las direcciones indicadas por filósofos como Suppes, van Fraassen y Suppe, entre otros, desde la perspectiva semántica de la que Giere también forma parte. Pero no se aproxima a la cuestión de lo que pueden ser las teorías científicas atendiendo primero a lo que los científicos cognitivos tienen que decir acerca de cómo, en general, los humanos representan el mundo. Empezará, en vez de ello, con las representaciones científicas mismas, teniendo en mente que los científicos, después de todo, son sólo humanos.

Parte R. Giere de la afirmación de que los científicos producen conocimiento y una importante parte de ese conocimiento es conocimiento teórico así que cualquier consideración de la ciencia debe satisfacer cuestiones tales como "¿qué son las teorías?" y "¿cómo funcionan las teorías en las diferentes actividades científicas?". Estas cuestiones que pueden parecer tremendamente simples así planteadas permiten a Giere situar el ámbito de su discurso, esto es, no pretende ofrecer una consideración filosófica acerca de la reconstrucción racional y la justificación de las teorías, sino entender cómo funcionan actualmente las teorías en la ciencia.

Para comenzar su análisis, hace notar el hecho de que rara vez se encuentran formulaciones explícitas de tal cosa como reglas de correspondencia en los textos estándar. En vez de ello, se encuentran en ese banco de datos de

teorías científicas que son los textos científicos, las revistas especializadas, independientemente de su soporte, etc., referencias informales a la determinación de, por ejemplo, masa, fuerza, posición, y momento. Esas referencias pueden ser interpretadas como innovaciones explícitas de reglas de correspondencia excepto por el hecho de que los autores no hacen distinción entre lo que es "observable" y lo que no lo es. Las referencias informales sobre la medición de fuerzas, que los filósofos normalmente conceden como "teórico" no son de carácter diferente de aquellas que se refieren a posiciones, supuestas como observables. Así hemos de admitir que para entender las teorías y dar una visión sobre ellas y la ciencia en general, hay al menos dos diferentes fenómenos de los que debemos dar cuenta:

- a. El enlace de los símbolos matemáticos con términos generales, o conceptos, tales como posición. Es este el *problema de la interpretación*. Y
- b. El enlace de un símbolo matemático con alguna característica de un objeto específico, tal como "la posición de la luna", constituyendo el *problema de la identificación*.

El fenómeno de la interpretación e identificación, señala Giere, no es único en la ciencia, ocurre en cualquier intento sistemático de usar el lenguaje en relación con objetos del mundo real. La teoría de estos fenómenos, entonces, es parte de la teoría general del lenguaje y la cognición. Al desarrollar una teoría cognitiva de la ciencia, por lo tanto, será imprescindible usar relevantes descubrimientos de la lingüística y las ciencias cognitivas generalmente para explicar esos fenómenos. No estamos en condiciones de explicarlos adecuadamente mediante teorías puramente filosóficas del significado o la referencia.

Sería un error, sin embargo, a juicio de Giere, pensar que debemos tener una buena consideración de los fenómenos de la interpretación e identificación completamente articulada antes de poder proceder con la empresa

de construir una *teoría naturalizada de la ciencia*. Las actividades científicas comparten mucho con otras actividades humanas, particularmente estas que descansan en el uso del lenguaje. Pero hay, además muchas cosas relativamente peculiares a la ciencia¹⁴³. Y el enfoque adecuado para acometer su estudio ya no es aquel en que se diseñan grandes esquemas generales explicativos de la ciencia tomando como punto de partida y modelo los sistemas lógicos y las teorías matemáticas con el propósito de proveer esquemas teóricos y altamente abstractos pero tremendamente consistentes con los que pretendían describir la ciencia, aunque la práctica científica fuera en gran medida menos perfecta y acabada que lo que mostraba tal imagen. Giere quiere mostrar en qué sentido la ciencia empírica es diferente a lo que sugieren todos esos marcos filosóficos interpretativos tradicionales. La idealización y aproximación están en la base del quehacer científico y una adecuada teoría de la ciencia debe reflejar este hecho en sus conceptos más básicos.

Sugiere Giere llamar a los sistemas idealizados discutidos en los textos de mecánica¹⁴⁴ modelos teóricos o, simplemente modelos. Entidades abstractas construidas por los científicos, sistemas idealizados como los discutidos en un texto de mecánica constituyen en sentido estricto modelos, el uso del concepto es similar al utilizado por los científicos¹⁴⁵. La relación entre ecuaciones y su correspondiente modelo puede ser descrito como uno de caracterización, o incluso definición y se puede hablar apropiadamente aquí de *verdad*. Las ecuaciones interpretadas son verdaderas con respecto al modelo correspondiente. Pero la verdad aquí no tiene *significatividad epistemológica*. Las ecuaciones

¹⁴³ R. Giere (1988), 75-76

¹⁴⁴ Es el ejemplo del oscilador armónico simple y otros modelos mecánicos que se definen como entidades abstractas que tienen todas y sólo aquellas propiedades adscritas a ellos en los textos estándar. La característica distintiva de un oscilador armónico, por ejemplo, es que satisface la ley de fuerza $F = -kx$. El oscilador armónico, afirma R. Giere, es, desde este punto de vista, una entidad construida. Es más, se puede decir que los sistemas descritos por las diferentes ecuaciones del movimiento son entidades socialmente construidas. No tienen realidad más allá de la que se les da por la comunidad de físicos. (R. Giere, 1988, 78 y 1985 a, 78-79)

¹⁴⁵ Sugiere R. Giere que una buena táctica metodológica para construir una teoría de la ciencia adecuada es usar en la medida de lo posible los conceptos que permiten la comunicación con los propios científicos, o al menos no crear barreras innecesarias. El concepto de modelo es usado con el mismo significado que se le otorga en la práctica científica. (R. Giere, 1988, 78-79 y 1985 a, 75-78)

describen verdaderamente el modelo porque el modelo es definido como algo que satisface exactamente las ecuaciones.

La visión de la relación entre entidades lingüísticas, afirmaciones o ecuaciones y modelos, los cuales, incluso siendo abstractos, no son en sí mismos entidades lingüísticas, es muy similar a la propuesta por van Fraassen. Cuando echamos un vistazo al contenido de una ciencia, encontramos a los modelos ocupando el centro de la escena. Los particulares mecanismos lingüísticos usados para caracterizar esos modelos son de interés secundario. No se necesita racionalmente reconstruir las teorías científicas en algún lenguaje preferido o privilegiado para los propósitos del análisis metacientífico.

"El oscilador linear" puede ser pensado no como un simple modelo con diferentes versiones específicas, sino como una familia de modelos de varios grados de especificidad. O, para invocar una metáfora biológica, puede ser visto como una familia de modelos o, mejor, como una familia de familias de modelos¹⁴⁶.

Pero, estrictamente hablando, los modelos teóricos son modelos de algo, y no meramente ejemplares para ser usados en la reconstrucción de otros modelos teóricos. Giere sugiere que funcionan como *representaciones*. Los modelos teóricos son los medios por los cuales los científicos representan el mundo. Entender así el rol de los modelos teóricos en ciencia inmediatamente plantea el *problema del realismo*.

Aunque para los propósitos de la exposición antes de entrar en la cuestión del realismo se puede precisar un poco más la descripción de la relación entre un modelo teórico y aquello de lo cual es modelo. Esto requiere introducir un nuevo concepto, el de *hipótesis teórica*¹⁴⁷. A diferencia de un modelo, una

¹⁴⁶ Giere (1988), 80

¹⁴⁷R. Giere (1985a), 78. Este concepto junto al de definición teórica, introducido por R. Giere, fue adoptado por todos los defensores de la concepción semántica, convirtiéndose en uno de sus

hipótesis teórica es, en la consideración de Giere, una entidad lingüística, una declaración que afirma algún tipo de relación entre un modelo y un sistema real designado (o clase de sistemas reales). Una hipótesis teórica, entonces, es verdadera o falsa si la relación afirmada se sostiene o no. La relación entre un modelo y un sistema real, por lo tanto, no puede ser una de verdad o falsedad ya que ninguno de los dos es una entidad lingüística. Debe ser algo más.

Van Fraassen sugirió¹⁴⁸ que la relación era aquella de *isomorfismo*. Según Giere si queremos hacer justicia a las propias representaciones de los científicos de la teoría, debemos encontrar una interpretación más débil de la relación entre un sistema real y un modelo. La relación apropiada es la de *similaridad*. Las hipótesis, entonces, demandan una similaridad entre modelos y sistemas reales en algunos aspectos y en algún grado, especificando implícitamente los relevantes aspectos y grados. La forma general de una hipótesis teórica es: *Tal y tal identificable sistema real es similar al modelo designado en indicados aspectos y grados*¹⁴⁹.

Demandar entonces que una hipótesis es verdadera es demandar ni más ni menos que ese tipo indicado y grado de similaridad existe entre un modelo y un sistema real. Podemos, por lo tanto, olvidar el tema de la verdad y centrarnos en los detalles de la similaridad. Una teoría de la verdad no es un prerequisite para diseñar una teoría de la ciencia adecuada. Viene apoyada esta idea por los trabajos de Churchland¹⁵⁰ quien acumula evidencia desde las ciencias cognitivas e incluso la neurociencia y sugiere que la cognición y percepción humanas opera en las bases de algún tipo de similaridad métrica. Esto refuerza la idea de que la

presupuestos básicos tal como quedó expuesto en el capítulo tres dedicado a la reconstrucción de las tesis principales de la Concepción Semántica.

¹⁴⁸ Lo veremos más detenidamente en el apartado dedicado al empirismo promulgado por van Fraassen, aunque también ha sido ya presentado desde el punto de vista formal en el apartado sobre los fundamentos básicos de la concepción semántica. Recordemos, sin embargo, que la relación no se sugiere entre un sistema real y un modelo, sino entre las subestructuras empíricas de un modelo y ciertas partes de un sistema físico: las “apariencias”.

¹⁴⁹R. Giere (1985a), 80 y (1988), 81

¹⁵⁰ Especialmente relevante es su obra de 1989, en la que diseña una perspectiva neurocomputacional con la que pretende ilustrar desde bases naturalistas la relación entre estructura de la ciencia y mente. (Churchland, 1989)

similaridad es una prometedora relación a usar en una teoría naturalística de la ciencia. Ahora, es posible definir una teoría científica como aquello que comprende dos elementos:

- a. Una población de modelos, y
- b. varias hipótesis uniendo esos modelos con sistemas del mundo real.

Así, lo que encontramos en los libros de texto no es literalmente la teoría misma, sino declaraciones definiendo los modelos que son parte de la teoría. También encontramos formulaciones de algunas de las hipótesis que son, además, parte de la teoría.

Los enlaces entre modelos no son conexiones lógicas, sino relaciones de similaridad. Un sistema real es identificado como similar a uno de los modelos. La interpretación de los términos usados para definir los modelos no aparece en el cuadro; ni lo hacen las entidades lingüísticas definidoras, tales como las ecuaciones.

Una teoría científica, como consecuencia de la anterior interpretación resulta ser una entidad no bien definida. Esto es, no hay condiciones necesarias y suficientes que determinen qué modelos o hipótesis son parte de la teoría. ¿Qué determina, entonces, si un modelo cuenta como un modelo newtoniano propio, por ejemplo?

Una respuesta es que para ser parte de la teoría de la mecánica clásica un modelo debe guardar un "parecido familiar" a alguna familia de modelos ya en la teoría. Por otro lado no hay nada en la estructura de los modelos mismos que pudiera determinar que el parecido es suficiente para ser miembro de la familia. Esta cuestión es un asunto a ser decidido por los miembros de la comunidad científica del momento. Este es un aspecto en el que las teorías no sólo son construidas, sino también *socialmente construidas*.

Una presentación axiomática de los modelos no hace que la teoría esté mejor definida en general. Sólo da la apariencia de que lo está, y no elimina la necesidad de las decisiones. No niega Giere que una presentación axiomática de los modelos puede proveer una comprensión más clara de los problemas acerca de la ciencia de la mecánica, por ejemplo. Pero sí niega que tal consideración pueda en cualquier manera ser tomada como que "captura" la estructura "real" o "correcta" de la mecánica clásica. Y niega más fuertemente que proporcione un cuadro correcto que cómo una teoría es entendida y usada de hecho por los científicos.

Dar sentido al realismo, definirlo desde estas nuevas bases, donde la relación de similaridad y no la de verdad por correspondencia es la que se defiende, donde el falibilismo y la aproximación son realidades innegables teniendo en cuenta que los científicos viven y trabajan en comunidades donde se toman decisiones acerca de qué estrategias, hipótesis y modelos son preferibles para acometer la tarea interpretativa del mundo, implica realizar el esfuerzo de superar argumentos conceptuales y epistemológicos contrarios a las visiones realistas¹⁵¹, pero también ofrecer una visión adecuada de cómo a pesar de todos los elementos constructivos, falibles y de aproximación es posible seguir manteniendo unas demandas realistas acerca de la relación teoría-mundo.

Una hipótesis teórica afirma la existencia de una similaridad entre un especificado modelo teórico y un sistema real designado. La demanda de similaridad debe estar limitada a un conjunto especificado de aspectos y grados.

¹⁵¹ Así los expone R. Giere: "La mayoría de las objeciones filosóficas al realismo pueden ser incluidas en una de las siguientes categorías: a. Objeciones conceptuales: Se refieren a la cuestión de si el realismo puede ser formulado como una tesis coherente que no sea vacua ni falsa. Muchas de estas objeciones pueden ser llamadas además semánticas porque se centran en el significado de "verdad" de las afirmaciones teóricas. En particular, ¿una teoría de la verdad por correspondencia da sentido a las afirmaciones teóricas? b. Objeciones epistemológicas: Conceden que las demandas realistas tienen sentido. Cuestionan, sin embargo, si puede haber una justificación adecuada para esas demandas realistas. En particular, ¿se puede justificar cualquier inferencia desde el éxito empírico a la verdad de las hipótesis teóricas?". (R. Giere 1988, 92)

En los últimos años muchas diferencias filosóficas entre realistas y anti-realistas interpretaciones de la ciencia han sido formuladas en términos semánticos como "verdad" y "referencia". ¿En qué sentido, si hay alguno, puede decirse de una hipótesis científica es "verdadera"? o ¿refieren los términos teóricos?. La interpretación de Giere desvía estas cuestiones semánticas y se centra directamente en los aspectos y grados de la similaridad afirmada entre un modelo y un sistema real.

Los aspectos en que la similaridad es afirmada pueden ser sólo aquellos representados en el modelo. Los modelos mismos proveen un límite superior en los aspectos en los que la similaridad puede ser afirmada. No así de los grados de similaridad. Los modelos mismos no ponen tales restricciones. Cualquier grado afirmado menor que la perfección debe, por lo tanto, ser determinado por otra cosa que no sea el modelo mismo.

Son los aspectos de similaridad, no los grados, los que, en primer lugar, separa a realistas y anti-realistas. Aunque los modelos mismos proveen un límite superior en los aspectos de similaridad afirmados, uno puede consistentemente limitar las afirmaciones de similaridad entre un modelo y la realidad a tan pocos aspectos del modelo como uno desee. En general los realistas son más liberales en el rango de aspectos a los cuales atribuirá la similaridad. Los empiristas son más restrictivos. Algunos sociólogos constructivistas parecen preparados para negar alguna similaridad en cualquier aspecto. Los modelos, en su visión, no son representaciones en absoluto.

Esto hace surgir una cuestión acerca del uso que Giere hace de su "realismo constructivo" y que puede parecer una contradicción. De hecho se originó como alternativa al empirismo constructivista de van Fraassen. El término enfatiza el hecho de que los modelos son deliberadamente creados, "socialmente construidos", si uno quiere, por los científicos. La naturaleza no nos revela

directamente la mejor forma de representarla. Giere no ve razón de por qué los realistas no pueden asumir esta visión.

El realismo constructivo es una doctrina solamente acerca de la naturaleza de los modelos científicos e hipótesis, esto es, solamente acerca de las representaciones científicas. No es una doctrina acerca de los juicios científicos, esto es, acerca que cómo los científicos juzgan qué modelos representan mejor el mundo. El realismo constructivo es compatible con esos juicios que están hechos de acuerdo con reglas a priori de elección racional o por medio de puras negociaciones sociales. La afirmación de Giere es que los juicios científicos forman parte de un proceso cognitivo natural. La visión resultante es un realismo constructivo, naturalista, acorde con la biología post-darwiniana:

Obviamente, la adquisición de conocimiento científico, igual que todas las actividades humanas tienen lugar en un medio social. Esto no es discutido. Pero los seres humanos son también criaturas biológicas con capacidades cognitivas evolucionadas complejas para interactuar con su medio. El problema central de una teoría de la ciencia es descubrir empíricamente cómo todos esos elementos encajan. Respecto a este problema central los argumentos sociológicos acerca de que el conocimiento científico es completamente relativo a los acuerdos sociales no ayudan más que los argumentos filosóficos acerca de que el conocimiento científico necesariamente requiere la aplicación de algunas reglas de racionalidad a priori.¹⁵²

El naturalismo defendido por Giere, es un *naturalismo metodológico*¹⁵³, esto es, una orientación definida no en términos de tesis acerca del mundo sino en términos de un conjunto de estrategias que pueden usarse en la búsqueda de comprensión acerca del mundo.

¹⁵² Giere (1988), 109

¹⁵³ Giere (1999), 70

Volveremos más adelante sobre estas importantes cuestiones, al situarnos en el ámbito de la reflexión sobre las propias estrategias y orientaciones de la filosofía de la ciencia, además de su definición como empresa interpretativa de la ciencia. Antes, debemos valorar las tesis que están a la base de un empirismo totalmente renovado que van Fraassen defiende como la posición y, sobre todo, la actitud filosófica, más adecuada para proporcionar una visión de la ciencia más acorde con la práctica científica actual que la propuesta por los realistas.

Capítulo VI

Lo que el empirismo es y lo que no es

Empiricism is, in the first place, a reaction against a certain sort of metaphysics. Characteristic of such metaphysics are the primacy given to demands for explanation and satisfaction with certain kinds of explanations that postulate entities or characteristics of the world to which there is no empirical access¹⁵⁴.

1. La tradición filosófica empirista.

La tradición filosófica empirista acerca de la ciencia y de nuestro conocimiento de la naturaleza se ha dibujado siempre en oposición a la tradición realista metafísica como la define van Fraassen, hasta el punto que ofrecer una caracterización precisa y acabada del empirismo es una tarea que se acomete

¹⁵⁴ Van Fraassen (1995a), 68.

acudiendo a la argumentación en sentido negativo, o más precisamente, desde la negación de las tesis realistas. En gran medida, es una reacción contra ellas, lo que significa un esfuerzo en contra de la instauración dogmática en la teoría, con el consiguiente olvido del mundo de la experiencia. Los realistas pueden reaccionar inmediatamente ante este tipo de imputaciones dado que el realismo ha matizado mucho sus compromisos en los últimos años, concediendo el falibilismo, el rechazo del dogmatismo, la aproximación y la postulación tentativa de entidades o mecanismos más allá del mundo de la experiencia fenoménica. Pero lo cierto es que estos realismos tan matizados y liberales siguen manteniendo un compromiso básico, explicar los fenómenos de la naturaleza supone postular entidades que están “tras la escena”, y está plenamente justificado creer en la existencia de tales entidades o mecanismos si forman parte de modelos científicos que logran una alta consideración en la comunidad de científicos, dado su éxito explicativo.

Van Fraassen acostumbra a realizar “viajes deconstructivos” por las tesis y compromisos realistas con el objetivo de ilustrar y hacer visibles los distintos supuestos, asociaciones de ideas y prejuicios que constituyen los cimientos de los argumentos realistas, a través de estas lecturas van Fraassen define su empirismo. Un empirismo alejado también de sus formas clásicas más extremas y del encapsulamiento formal y lógico sufrido en los años cuarenta a sesenta del siglo XX, fundamentalmente. Respecto al empirismo extremo “agónico” que van Fraassen ilustra con la actitud del personaje sartriano de *Nausea* A. Roquentin cuando afirma “Ahora lo sé: las cosas son por completo lo que parecen ser, y detrás de ellas... no hay nada”¹⁵⁵, sostiene que no es necesario afirmar taxativamente tal cosa, tan sólo basta mostrar un agnosticismo acerca de esta cuestión, aún cuando tal actitud, según los realistas, nos reduciría a un escepticismo desde el cual es imposible afirmar la inteligibilidad del mundo, la posibilidad de ofrecer explicaciones es cercenada y, en definitiva, la propia búsqueda de conocimiento quedaría en entredicho. Claro que, afirma van Fraassen, otorgar absoluta primacía a la cuestión: ¿por qué el mundo es como es?

¹⁵⁵ Van Fraassen (1994a), 115

y responderla postulando entidades o mecanismos “profundos” acerca del mundo puede que nos parezca la forma más adecuada de sostener cómo funciona el mundo, pero lo cierto es que tal estrategia dice más de cómo los seres humanos proyectamos nuestros deseos de orden y seguridad en el mundo, que de una consideración adecuada de cómo funciona la naturaleza.¹⁵⁶

El mundo del empirismo “es un mundo en el que cualquier cosa es posible, y todo lo que sucede meramente sucede, y no porque algo *más grande* esté haciendo que suceda”¹⁵⁷ aunque esto lleva al realista a denunciar que en este marco de pensamiento es totalmente imposible explicar la razonable expectativa que tenemos los seres humanos acerca de que el mundo seguirá comportándose en la forma en que lo hace, que las regularidades siguen sucediéndose y que una piedra seguirá cayendo si la suelto desde lo alto de mi mano hacia la superficie de la tierra y que además lo hace debido a la fuerza de la gravedad.

Como todo debate de este tipo se tiende a identificar el tipo de interrogantes que una de las posiciones plantea como primario como el tipo de interrogante que debe ser fundamental para todos los interlocutores. La cuestión de porqué las cosas son así, unida a por qué las cosas deben seguir siendo así es característica del realista pero no del empirista.

En varios de sus artículos¹⁵⁸ dedicados a la defensa del empirismo van Fraassen opta por la reconstrucción didáctica de los inicios del debate realismo-empirismo que bien puede situarse en las polémicas acerca de los universales entre nominalistas y realistas en el siglo XIV para luego subrayar que en gran medida los viejos argumentos, con nueva vestimenta, se desplazan hasta el presente.

¹⁵⁶ Ibid, 124

¹⁵⁷ Ibid, 123

¹⁵⁸ Van Fraassen (1974 a), 95-109; (1994 a), 114-134

2. Los límites de la experiencia y la teoría pragmática de la observación.

Para diseñar un nuevo empirismo, van Fraassen deberá resistir el relativismo al que, al parecer sin remedio, se abocan todos los intentos por anclar el conocimiento a la experiencia después de Kuhn y Feyerabend. La experiencia se ha perdido desde el momento en que se pierde toda esperanza de ofrecer una fundamentación epistémica. La infección teórica supone que no pueden existir los juicios neutrales y epistémicamente seguros y por tanto, no hay fundamento para la creencia racional. Según van Fraassen, la mayoría de los filósofos de la ciencia después de sufrir el vértigo de la desaparición de la posibilidad de la fundamentación, han abrazado el relativismo como la única posición coherente y, por lo tanto, es crucial para el empirismo “mostrar que no es necesario deslizarse hacia abajo por tan resbaladiza cuesta”¹⁵⁹. Es más, cree que las tesis propuestas en la revuelta historicista y antifundacionalista de la mano de Hanson, Sellars, Feyerabend y Kuhn abrieron el camino para una filosofía de la ciencia verdaderamente viable, antirrealista y empirista. Un empirismo muy diferente, obviamente, de esas variedades de empirismo que constituyeron, precisamente, el último bastión del fundacionalismo en epistemología.

Para desarrollar su posición van Fraassen muestra que una de las primeras y más importantes consecuencias de la crítica fue la disolución de la dicotomía teórico-observacional ya que, se afirmaba, la interpretación del lenguaje de observación está determinado por nuestras teorías, y cambia cuando éstas cambian. En otras palabras, es imposible escapar al hecho de que nuestro lenguaje está históricamente condicionado, es relativo al propio proceso de cambio y desarrollo de la ciencia y por lo tanto, los informes experimentales ya desde su génesis aparecen claramente infectados. La experiencia ya no es el cimiento objetivo de la ciencia y ésta misma en realidad se disuelve en las arenas movedizas de la metafísica.

¹⁵⁹ Van Fraassen (1992) an online copy.

Van Fraassen sigue a Sellars y Feyerabend afirmando efectivamente que todo nuestro lenguaje está teóricamente infectado. La forma en que hablamos, y hablan los científicos, es guiada por los cuadros provistos por teorías aceptadas previamente. Una reconstrucción ‘higiénica’ del lenguaje como pretendía la filosofía de la ciencia tradicional es del todo imposible. Por el contrario, es necesario asumir que todos los conceptos, funciones y términos empleados por una teoría dependen igualmente de ella y que no es posible asignarle valores, contenido, o significado directamente sino a través de la estructura teórica que es la que se aplica al mundo globalmente.

Para evitar el constructivismo extremo a que podría llevar esta posición no se propone la construcción de ningún lenguaje empirista especial para la ciencia sino que se basa en la distinción observable-inobservable, dicotomía¹⁶⁰ por la que opta la concepción semántica, y se afirma que las teorías son entidades extralingüísticas cuya reconstrucción se hace a partir de sus formulaciones usando métodos semánticos. Es cierto que estos modelos contienen además partes que no están conectadas con la experiencia, es decir la teoría habla de cosas que no son observables. En este sentido es necesaria interpretarla literalmente. Interpretar literalmente quiere decir que su lenguaje ha de construirse literalmente como si todo lo que afirma existiera realmente.

Según esto las teorías tampoco han de entenderse como aproximaciones, sino como queriendo decir lo que dicen, como incorporando un compromiso ontológico, según el cual, si la teoría contiene afirmaciones de que hay ciertas entidades, es necesario interpretarla como afirmando que existen esas entidades. Esto es necesario porque es el contenido teórico completo quien fija las condiciones de verdad de la teoría. Lo que se aplica, por tanto, es la teoría como una estructura global o, para ser más exactos, sus modelos teóricos enteros. Pero eso no significa que realmente existan tales entidades y mucho menos que las

¹⁶⁰ Recordemos que la clásica dicotomía teórico-observacional realmente encerraba una doble dicotomía: la que hace referencia a las entidades observables e inobservables y la que hace referencia a conceptos teóricos o no teóricos. Recordemos también que la concepción semántica opta por la primera como la única con sentido ya que todo concepto es por definición teórico.

teorías pretendan ser descripciones verdaderas de la realidad o descubrir la verdad de lo inobservable. Por el contrario, lo único que pretende la actividad científica es construir modelos adecuados a los fenómenos observables, un proceso de invención y construcción de modelos adecuados para dar cuenta de los fenómenos idealizados, cuya existencia independiente y observabilidad es una cuestión empírica firmemente establecida al naturalizar la observación.

Naturalización de la observación, o carácter empírico de la observación e idealización de los fenómenos y construcción de “apariencias” son el nuevo punto de partida para el diseño del empirismo postfundacionista.

2.1. Observación y teoría.

Si partimos de que la distinción observable-inobservable es filosófica, ya que no es nuestro lenguaje el que está dividido en dos partes, los límites de la observabilidad no pueden ser establecidos de una vez por todas. Por ello, encontrar los límites de lo que es observable en el mundo descrito por la teoría T significa buscarlo en T misma. Las teorías dibujan un cuadro del mundo y es la ciencia misma la que designa en ese cuadro ciertas áreas como observables. La única virtud de la teoría que es demandada en el aspecto de su relación con el mundo es esta especificación de las áreas observables; cualquier otra virtud demandada, como consistencia lógica, virtudes pragmáticas, simplicidad, etc. son relativas a la comunidad epistémica no al mundo como tal.

Para delinear lo que es observable debemos, por lo tanto, mirar a la ciencia, a la misma teoría posiblemente y ello, además, es una cuestión empírica. Pero esto puede producir un círculo vicioso si lo que es observable no fuera en sí mismo un hecho revelado por la teoría, sino más bien relativo o dependiente de ella. Van Fraassen es claro negando esta última posibilidad, concediendo que lo observable es una cuestión teóricamente independiente, o dependiente en un

sentido no importante. La ciencia, al fin y al cabo no sólo muestra un cuadro del mundo cuyo contenido es más rico de lo que el ojo discierne sino que es, además, más rico de lo que el ojo puede discernir. Es por ello, afirma, que la ciencia misma distingue lo observable que postula del todo que postula.

Estas tesis son aportadas por van Fraassen¹⁶¹ en contraposición a los clásicos argumentos realistas esgrimidos por G. Maxwell en su artículo ‘The ontological status of theoretical entities’.¹⁶² Los argumentos que ofrece acerca de la observabilidad son de dos tipos: un primer argumento dirigido contra la posibilidad de dibujar distinciones de este tipo y un segundo argumento contra la importancia concedida a las distinciones que puedan ser dibujadas.

Para elaborar el primer argumento atiende a la multitud de casos que caen entre el *continuum* de la observación directa y la inferencia (mirar a través de unas gafas, de un microscopio, etc.) y muestra, de esta forma, la imposibilidad de dibujar una distinción observable-inobservable a falta de un criterio no arbitrario para establecer los límites. Por otro lado, Maxwell dirige nuestra atención hacia lo que significa ‘poder’ en ‘lo que es observable es lo que puede ser observado’ ya que un objeto puede ser temporalmente inobservable, esto es, no puede ser observado en las presentes circunstancias pero podría ser observado si las circunstancias fueran más favorables, por ejemplo, las lunas de Júpiter podrían ser vistas sin necesidad de utilizar un telescopio si estuviéramos lo suficientemente cerca.

El segundo tipo de argumento plantea que, incluso si fuera posible establecer una distinción observable-inobservable, esta distinción carece de importancia ya que el punto en discusión para un realista es, después de todo, la realidad de las entidades postuladas por la ciencia. Desde el punto de vista realista, dicho de otro modo, incluso aunque pudiéramos construir una distinción tal ¿qué relevancia tiene esto para la cuestión de la existencia de dichas entidades

¹⁶¹ Van Fraassen (1980a), 13-19

¹⁶² G. Maxwell (1962) en respuesta al artículo de Carnap (1956)

postuladas por las teorías científicas?. Los realistas han argüido la imperfección, limitación y radical idiosincrasia de la observación humana, razón por la cual la observabilidad no sería en ningún caso un criterio de existencia fidedigno.

Van Fraassen construye su propia teoría sobre la observación aclarando, en primer lugar contra el análisis propuesto por los realistas, que el término ‘observable’ clasifica entidades supuestas, que pueden existir o no. Así, por ejemplo, un caballo volador es observable, y estamos seguros de que no existe.

Lo que propone van Fraassen¹⁶³ es un cambio en el sujeto de discusión : el organismo humano es, desde el punto de vista de la física, un cierto tipo de aparato de medición que tiene, como tal, ciertas limitaciones inherentes. Es a estas limitaciones a las que se refiere el ‘able’ en ‘observable. La cuestión de qué es observable se responde considerando al sujeto humano como un detector, un aparato de medición, de la presencia de ese tipo de cosa. El término ‘observable’ es también en gran medida el tipo de concepto tal como ‘frágil’ o ‘portátil’, son términos antropocéntricos, es obvio, aunque la crítica se ha centrado demasiado en esta cuestión, en el sentido de que refiere a nuestras limitaciones como seres humanos, como organismos de un determinado tipo, pero no son ‘personocéntricos’.

Experimentos mentales como el diseñado por P. Churchland¹⁶⁴ para contestar al empirismo de van Fraassen y su definición de lo observable se alinean en este tipo de críticas. El argumento es el siguiente: supongamos, expone Churchland, que existe una raza de humanoides que es capaz de observar un dominio al que no tenemos acceso los humanos, el micromundo de las partículas, los virus, y la estructura del ADN. Estos han sido creados con un microscopio electrónico permanente en su ojo izquierdo de tal manera que esa lente proyecta su imagen en la retina de la misma forma en que se produce la visión humana y

¹⁶³ van Fraassen (1980),17; (1992)

¹⁶⁴ P. Churchland (1985), 43-44

disponen igualmente del resto de la estructura neurofisiológica de forma paralela a la nuestra. La ciencia nos diría, en este caso, que tales estructuras, partículas y todos los objetos de esas dimensiones cuentan como entidades observables para estos humanoides y que están plenamente justificados al incluirla en su ontología. Pero los humanos, prosigue Churchland, de acuerdo con la teoría de van Fraassen, no podrían incluirlos en su ontología ya que no son observables con nuestro aparato perceptual 'al desnudo'. No podemos incluir tales entidades en nuestra ontología incluso cuando podemos construir y de hecho construimos, argumenta, microscopios electrónicos de función idéntica, "*los colocamos sobre nuestro ojo izquierdo y disfrutamos de exactamente la misma microexperiencia que los humanoides*"¹⁶⁵. El humanoide, concluye, puede ser realista con respecto al micromundo y el ser humano debe ser antirrealista o agnóstico respecto a este, siendo ésta la absurda consecuencia de la posición de van Fraassen respecto al mundo de la experiencia, la observación y la defensa de la ciencia como constituida de teorías empíricamente adecuadas.

La respuesta de van Fraassen¹⁶⁶ a este argumento parte de la consideración de que el autor ha tratado de confundirnos mezclando dos cuestiones diferentes. En primer lugar habrá de especificarse si aceptamos que esos humanoides son como los seres humanos, personas, miembros de nuestra comunidad epistémica. En el caso de una respuesta afirmativa aceptaríamos que hemos conseguido desarrollar una extensión de nosotros y, por lo tanto todo lo que es observable para ellos, es observable.

Una cuestión diferente es si desde el punto de vista de la ciencia se concede que estos organismos humanoides examinados desde el punto de vista físico y fisiológico son estructuralmente como los seres humanos con microscopios añadidos o no, en caso afirmativo, la opinión que tenemos acerca de la adecuación empírica de nuestra ciencia se mantendría inalterable.

¹⁶⁵ Ibid, 44

¹⁶⁶ van Fraassen (1985a), 256-258

Churchland, afirma van Fraassen, nos induce a confundir ambas cuestiones presentándose a sí mismo como un omnisciente y autorizado espectador que nos dice que los humanoides realmente son personas y que las partículas y virus son realmente observables para ellas y quiere convencernos del siguiente argumento modal: *“Podemos ser, o podemos convertirnos en X. Si fuéramos X, podríamos observar Y. De hecho, somos, bajo ciertas condiciones realizables, como X en todos los aspectos relevantes. Pero lo que podríamos observar bajo ciertas condiciones realizables es observable. Por lo tanto, Y es observable.”*¹⁶⁷

Concluye van Fraassen que es obvio que los realistas como Churchland se sienten desconcertados ante la idea de que nuestra opinión acerca de los límites de la percepción pueda jugar algún rol a la hora de definir nuestra actitud epistémica hacia la ciencia. Y que la premisa empirista de que la experiencia es la única y legítima fuente de información acerca del mundo es inaceptable para un realista.

Por otro lado, Churchland en su argumento estaba haciendo concesiones al debate acerca de la observabilidad tratando de mostrar el error de van Fraassen ya que cree que, realmente, si nuestros ‘conceptos observacionales’ están tan teóricamente infectados como cualquier otro, la integridad de tales conceptos es tan contingente como la integridad de la teoría que los incluye y, por lo tanto, nuestra ontología observacional es tan dudosa como la no observacional.

Este argumento es más interesante ya que supone que a pesar de la naturalización de la observación que propone van Fraassen, cualquier distinción es relativa o dependiente de la teoría. Aunque, mantiene van Fraassen, no lo es en un sentido importante.

¹⁶⁷ Ibid, 257.

2.2 Observar y observar que.

Lo que cuenta como fenómeno observable es una función de lo que es la comunidad epistémica. Lo observable es lo que es observable para nosotros. Pero, propone van Fraassen, es importante no confundir: *observar* una entidad, evento o proceso, y *observar que* alguna cosa u otra es el caso¹⁶⁸. Un ejemplo pedagógico sencillo para distinguir estos matices consiste en imaginar un ser humano primitivo viendo una pelota de tenis, decir que no ve lo mismo que nosotros es erróneo, pero sí podríamos afirmar que *no ve que eso es* una pelota de tenis, lo que requeriría algún conocimiento conceptual del juego del tenis.

De esta forma, *observar* sólo implica concebir al ser humano como un instrumento físico de medición, es un hecho empírico que depende de las capacidades físico-biológicas de los humanos como tal. *Observar que* supone algo más, supone disponer de ciertas estructuras conceptuales, conocer que ‘algo es el caso’, identificar su significado. Este sentido de observación es teóricamente dependiente, donde dependiente significa que viene condicionada por las teorías sostenidas, que es relativa a ellas.¹⁶⁹

En este sentido, es posible definir empíricamente y con precisión qué sea observable: lo que es accesible a nuestra estructura físico-biológica según la ciencia vigente. Y esto es sencillamente naturalizar la noción de observable. Ciertamente la noción de observable así definida no es absoluta, sino que es relativa a la ciencia vigente en un momento dado y también a los seres humanos y su estructura físico-biológica, de manera que si la ciencia cambiara o los seres humanos sufriéramos un salto evolutivo repentino, a lo Churchland, tendría que ser redefinida. Pero incluso si esto ocurriera, sería la nueva ciencia la que determinaría lo que fuera observable para los nuevos seres humanos.

¹⁶⁸ Esta distinción la estableció inicialmente Hanson (1958), ed. cast. (1977), 19 y ss.; y la recogió posteriormente Kuhn (1962), ed. cast. (1971), 114 .

¹⁶⁹ Van Fraassen (1980a), 13-17

Precisamente porque las teorías científicas son construidas por seres humanos, lo que explican y predicen, a lo que se aplican, es a lo que sea observable para los seres humanos. Ahora bien, dentro de lo observable así entendido no sólo entran los fenómenos naturales, sino también los fenómenos artificiales producidos en un laboratorio y los artefactos construidos técnicamente, incluyendo datos experimentales, lecturas de datos en instrumentos, etc., con la única condición de que entren dentro del umbral de nuestra estructura físico-biológica.

2.3 Los informes de observación.

Una de las razones por las que, a juicio de van Fraassen, los realistas son tan reacios a admitir la solvencia de los argumentos empiristas y la primacía que estos otorgan a la observación, es debido a que no han atendido suficientemente a la diferencia tan profunda que existe entre el mundo de la experiencia en que vivimos y el mundo de la experiencia que constituye la base de la ciencia, entre la imagen manifiesta y la imagen científica del mundo.

Un informe de observación, o informe experimental realizado en un laboratorio u observatorio constituye el ejemplo paradigmático de lo que para el empirista es la piedra de toque fundamental sobre la que se sustenta la creación científica y la clave de su éxito. Los informes emitidos por estas instituciones comunican datos ya reducidos, resumidos y corregidos por métodos estadísticos, informes que están basados en los informes individuales de observadores especializados. Podemos preguntar bajo qué condiciones clasificamos una comunicación como un informe de observación y qué cantidad de elementos interpretativos entran en juego. Es obvio que la respuesta es que clasificamos en base a nuestras creencias, teorías admitidas, etc, pero esto es totalmente inocuo, ya

que se “*aplica igualmente a nuestras clasificaciones de mariposas y minerales*”¹⁷⁰.

Imaginemos sin embargo, a un químico anterior a Lavoisier profiriendo en presencia de un proceso de combustión “*¡Mirad, flogisto escapando!*” y reseñando tal circunstancia en un informe experimental, sólo se ha requerido que él crea que el flogisto está escapando, lo que significa que se cree en el flogisto, y que se comprende el concepto de flogisto. La dependencia teórica, en el ejemplo, parecería otorgar la razón a los relativistas y a los realistas que creen que el empirista está abocado al fracaso en la búsqueda del mundo de la experiencia. Lo que tratamos de definir, sin embargo, como informe experimental puede ser teóricamente dependiente pero no en un sentido importante ya que debe constituirse como la evidencia de que cierto fenómeno ha ocurrido. En otras palabras, lo que el informe experimental reseña como observable es aquello que es accesible a nuestro detector perceptual creyendo o no en la teoría del flogisto, si bien nuestra interpretación de tal proceso estará histórica o contextualmente condicionada. Nuestras opiniones acerca de lo que es observable cambiarán si la ciencia cambia, pero eso no significa que lo que sea observable cambie también. De la misma manera, afirma van Fraassen, “*nuestros juicios de adecuación empírica de las teorías pueden variar, pero si esas teorías son adecuadas o no es una característica que seguirán manteniendo cuando empecemos a pensar de forma diferente*”¹⁷¹.

2.4 La construcción de las “Apariencias”.

Estos informes experimentales son la pieza fundamental del proceso de idealización del sistema fenoménico. Mediante el aislamiento del fenómeno, medición, experimentación, reconstrucción en el laboratorio , etc, es posible crear

¹⁷⁰ van Fraassen (1992), 13.

¹⁷¹ Ibid., 17.

un conjunto de datos inicialmente inconexos y desordenados pero todos ellos tan observables como los propios sistemas fenoménicos. Estos datos se organizan de cierta manera para constituir las “apariencias”. Las “apariencias” son especies de modelos de datos contruidos a partir de los resultados experimentales o de mediciones. En un sentido estricto son estructuras descritas en informes experimentales y de medición y pueden considerarse como las descripciones precisas y selectivas de los fenómenos observables llevados a cabo por la teoría y que constituyen su base empírica, observacional¹⁷². El supuesto que subyace tras esta concepción de las “apariencias” es que la base empírica no está constituida por la observación y experiencia ordinarias¹⁷³, como pensaba el empirismo tradicional de la concepción heredada y en gran medida siguen sosteniendo los realismos posteriores, sino que se determina mediante una especial combinación de la teoría, los instrumentos técnicos y los datos experimentales.¹⁷⁴

Es esta la base del constructivismo defendido por van Fraassen, y su defensa de la tesis de que la actividad científica no consiste en un proceso de descubrimiento de verdades acerca de la realidad por muy aproximadas y falibles que estas puedan ser, sino que consiste en un proceso de construcción de modelos adecuados para dar cuenta de los fenómenos idealizados como “apariencias”.

Así aunque los modelos se aplican de forma completa, es sólo una parte de ellos, llamada subestructura empírica, la encargada de representar

¹⁷² van Fraassen (1981 a), 666 y ss.

¹⁷³ En el caso de la Mecánica Cuántica donde todos los parámetros son estrictamente dependientes de la teoría e incluso la misma noción de medición está determinada por ella, como consecuencia del principio de incertidumbre y de la dualidad onda-partícula, la propia teoría establece que los resultados de una medición están condicionados por el tipo de experimento y la propiedad que se quiera medir y que ninguna magnitud dinámica puede medirse, ni tampoco definirse, con precisión, fijando incluso el margen de error. Más aún, la teoría también afirma que en todo acto de medición se produce una superposición entre los estados del observador y sus instrumentos y los del sistema observado, de manera que las propiedades que se están midiendo pertenecen al sistema complejo integrado por la interacción entre ambos y es la propia teoría la que fija el ‘corte’ describiendo separadamente los estados de uno y de otro. Por ello, los resultados de cualquier medición son dependientes de la teoría, pero al considerar al observador como un instrumento de observación o de detección y describiendo sus características mediante las correspondientes teorías científicas, es posible discriminar lo observable como una cuestión empírica, aunque es cierto que lo que se observe y cómo se observe son cuestiones dependientes de la teoría.

¹⁷⁴ Van Fraassen (1976), 623-632; (1983 c), 29 y ss.; (1983 b), 322. y (1983d).

directamente los fenómenos observables idealizados como “apariencias”. Esta subestructura empírica es la parte observable del modelo. La relación de representación es la de isomorfía, esto es, una teoría es empíricamente adecuada si todas las “apariencias” son isomórficas a las subestructuras empíricas de alguno de sus modelos, aquel que ha sido propuesto para representar el mundo real. En palabras de van Fraassen:

*“Presentar una teoría es especificar una familia de estructuras, sus modelos y, en segundo lugar, especificar ciertas partes de esos modelos (las subestructuras empíricas) como candidatos para la directa representación de fenómenos observables. A las estructuras que pueden ser descritas en informes experimentales podemos llamarlas apariencias; la teoría es empíricamente adecuada si tiene algún modelo tal que todas las apariencias son isomórficas a subestructuras empíricas de ese modelo”*¹⁷⁵

Es este, pues, un empirismo alejado del tradicional al no rechazar lo inobservable, el empirismo constructivista simplemente no se pronuncia sobre la existencia o inexistencia de tales entidades, ni sobre sistemas reales posibles más allá de las “apariencias”, ya que considera que esto no es relevante para la ciencia que sólo busca salvar los fenómenos, ni para la aceptación de las teorías puesto que sólo se requiere que sean empíricamente adecuadas.

3. Salvando las “apariencias” con la mecánica cuántica. Un ejemplo de aplicación de los conceptos de van Fraassen.

El origen de la teoría cuántica estuvo en los intentos de explicar los espectros de emisión de sólidos y líquidos incandescentes lo que de la mano de Einstein había supuesto éxitos inigualables desentrañando las propiedades de la luz.

¹⁷⁵ Van Fraassen (1980 a), 64

Sin embargo, los espectros de emisión de la luz resultantes del calentamiento a altas temperaturas de los gases resultaba ser muy diferente. Al mirarlo por un espectroscopio o al fotografiarlo en un espectrógrafo aparece como una serie de líneas discontinuas espaciadas irregularmente unas muy brillantes y otras menos. A este se le llama espectro de emisión de líneas y sólo presenta luz en algunas longitudes de onda bien definidas con espacios oscuros entre ellas. Este espectro de líneas es distinto y característico para cada gas, como una marca de identificación que no cambia; nuestro ojo sin ayuda de instrumentos sintetiza las líneas separadas y reconoce las mezclas de colores relacionándolas con un gas (por ej. El azul con el nitrógeno), pero las líneas sólo podemos observarlas en las placas fotográficas. Esta diferencia en los espectros de emisión de los gases frente a los de sólidos y líquidos, junto con la prueba experimental obtenida en el efecto fotoeléctrico de que cada metal requería una frecuencia luminosa mínima y específica para empezar a emitir electrones, llevaron a pensar que los átomos de cada elemento tenían estructuras características propias. Cada átomo concreto emitía energía a la frecuencia de su vibración particular y según su propia estructura atómica. Como sólidos y líquidos son muy densos, sus átomos están muy próximos entre sí e interactúan y colisionan constantemente, lo que enmascara las vibraciones características de cada átomo produciendo un espectro continuo y semejante para todos los sólidos y líquidos.

Por el contrario, los gases son más rarificados y las interacciones entre sus átomos mucho menores, por ello tienen espectros de líneas específicos para cada gas que reflejan la vibración propia de sus átomos elementales. Esto quedaba probado experimentalmente porque en el caso de gases muy densos y muy calientes los espectros no mostraban diferencias de un elemento a otro. Aunque no se explicaba por qué alternaban las líneas brillantes con espacios oscuros, ni por qué sus espectros tenían diagramas de líneas exactas y perfectamente definidas, se asumía que era debido a la estructura atómica interna de los átomos elementales.

Sin embargo, los gases mostraban otra propiedad sorprendente. Cuando la luz de un sólido incandescente se hace pasar a través de una cantidad suficientemente grande de un gas y luego se descompone con un espectroscopio, el espectro resultante presenta algunas líneas oscuras, llamadas líneas de absorción, que son características para cada gas y que coinciden con algunas, pero no todas, las líneas brillantes del espectro de emisión de ese gas¹⁷⁶. A este espectro se le denomina espectro de absorción y si se le compara con el de emisión del gas correspondiente coincide exactamente excepto en esa pequeña diferencia: que ciertas líneas brillantes del espectro de emisión aparecen oscuras en el de absorción. Puesto que las líneas de absorción son características y siempre las mismas para cada gas, eso demostraba que sus átomos elementales absorben ciertas frecuencias características de la luz blanca y otras no.

El problema era que las líneas oscuras de cada gas parecían estar distribuidas irregularmente a intervalos variables, con lo cual se disponía de una gran cantidad de datos experimentales, pero no había manera de ordenarlos en modelos de datos o “apariencias” en la terminología de van Fraassen, que permitieran explicarlos mediante algún modelo teórico. El trabajo fundamental consistía en encontrar una fórmula empírica que describiera la distribución de las líneas de absorción en el espectro de un gas dado.

Sobre esta cuestión había trabajado Balmer a finales del S. XIX intentando establecer una ecuación puramente matemática y sin base física que describiera la distribución de las líneas de absorción del hidrógeno conocidas en ese momento. La fórmula que desarrolló no sólo describía la distribución de las líneas conocidas sino que predijo con precisión las de otras que se descubrieron

¹⁷⁶ Este fenómeno se podía observar también en condiciones ambientales normales descomponiendo la luz solar, que había atravesado la atmósfera, mediante un complicado sistema de prismas que permitiera obtener un espectro muy preciso: en el espectro visible continuo de la luz solar aparecían rayas oscuras distribuidas irregularmente. Estas líneas de absorción tenían que ser producidas por elementos de la ‘atmósfera’ del sol o de la atmósfera terrestre y bastaba con identificarlos. El éxito fue completo cuando se encontró una línea oscura que no correspondía con las líneas de emisión o absorción de ningún elemento terrestre. La línea debía corresponder entonces a un elemento de la ‘atmósfera’ solar y se le dio el nombre de helio.

posteriormente, con ello determinaba las regularidades de la frecuencia de las líneas en la llamada serie de Balmer, a la que se fueron añadiendo otras series posteriores como las de Lyman, Paschen, etc. Además la fórmula sirvió de guía para desarrollar otras fórmulas de distribución para otros gases.

El problema ahora era encontrar una teoría de la estructura atómica y del comportamiento del electrón dentro de ella que explicara los espectros de emisión de líneas característicos de cada gas y las regularidades de la frecuencia de las líneas de absorción expresadas en la fórmula de Balmer. En otras palabras, era necesario construir un modelo del átomo de hidrógeno cuya parte observable, su subestructura empírica en la terminología de van Fraassen, fuera isomórfica con el espectro de líneas del hidrógeno y con las series de Balmer y los demás. Lo interesante sería construir una teoría atómica que proporcionara modelos para los restantes elementos. La respuesta fue la teoría atómica de Bohr, aunque su carácter, en gran medida, *ad hoc* en la construcción de los modelos atómicos dio paso pronto a dos teorías alternativas: la Mecánica de Matrices de Heisenberg y la Mecánica Ondulatoria de Schrödinger, que aunque con compromisos diferentes ambas tenían, sin embargo, el mismo contenido empírico y eran matemáticamente equivalentes y supuso un éxito inigualable en la investigación de la estructura última de la materia.

4. Contra el dogmatismo y los excesos de metafísica. El empirismo es ante todo una actitud.

El debate empirismo-realismo ha situado los diferentes tópicos y compromisos asociados a la visión de la ciencia defendida por ambas posiciones. La crítica radical del nuevo empirismo diseñado a la búsqueda de una filosofía que conceda que la creencia en la verdad, aunque sólo sea aproximada, es la actitud más razonable dado el éxito actual de la empresa científica, el llamado argumento del milagro o inferencia de la mejor explicación, no consiste en definirla como irracional. Pero sí en defender que no es necesario esta excesiva

incursión en la metafísica para ofrecer una visión de la ciencia, una descripción de la actividad científica, sus recursos, métodos y estructura, una consideración acerca de cuáles son las claves de la aceptación de las teorías, y cómo son usadas por la comunidad epistémica para ofrecer explicaciones, para producir artefactos tecnológicos y para continuar el diálogo con la naturaleza.

En particular, el núcleo de lo que van Fraassen define como ingredientes metafísicos en la posición filosófica realista consiste en:

- a. dar absoluta primacía a las demandas de explicación y
- b. satisfacerlas mediante explicaciones vía postulación; esto es, explicaciones que postulan la realidad de ciertas entidades o aspectos del mundo que no son evidentes empíricamente.

La crítica empirista tiene y ha tenido históricamente el objetivo de resituarnos en el mundo de la experiencia cuando “*nos habíamos enredado en la maraña de la razón teórica*”¹⁷⁷. Siendo lo característico del empirismo el evitar la instalación en el dogma a través de la crítica, una crítica centrada en el rechazo de las demandas de explicación como cuestión crucial. El empirismo, ante todo, expresa una profunda insatisfacción con las explicaciones que proceden por postulación, lo que implica al tiempo una profunda admiración por la ciencia empírica como paradigma de racionalidad y una actitud escéptica hacia ella.

El debate sobre la existencia de las leyes de la naturaleza constituye, a juicio de van Fraassen, el capítulo de la filosofía de la ciencia donde han pervivido una multitud de compromisos metafísicos. La deconstrucción de tales supuestos, la investigación del origen de las ideas, identificando los sesgos y los tópicos heredados, muestra las deficiencias de los argumentos realistas, el

¹⁷⁷ Van Fraassen (1994 d), 311. Así, afirma, la reacción de Aristóteles ante Platón, constituye un giro empirista aunque Aristóteles no lo fuera. De igual forma, Kant no era un empirista, pero su crítica a toda la metafísica pasada, fue un desarrollo de la crítica empirista al racionalismo, por más que el objeto de su crítica fuera la metafísica que envolvió al empirismo inglés pagando éste igualmente las consecuencias de la crítica.

diagnóstico del mal no es otro que el de la instauración dogmática en la teoría y el olvido del mundo de la experiencia. Desde la visión empirista, además, el concepto de ley es un concepto tan teóricamente cargado que seguir tratando de ofrecer una visión adecuada de él desde presupuestos realistas constituye hoy un serio anacronismo. Las leyes, desde el punto de vista de la ciencia actual, y una visión sobre la ciencia debe atender a ello, son principios o ecuaciones fundamentales de la teoría, pero en absoluto algo que deba corresponderse a nada real existente.

Capítulo VII

Un mundo y una ciencia sin leyes

Imaging I have a trans-world travel machine, and take you on a tour. I can program it to take us to another world, I can also program it so as to take us to a world which has, or lacks, specific laws which I type into the console. To begin I type: delete all laws. I press the Entry button, and as far as you can see, there is no change in our situation at all¹⁷⁸.

1. ¿Qué son las leyes?

La Concepción Semántica de las teorías científicas define la práctica científica como aquella tarea constructora de modelos acerca de los fenómenos que caen bajo el alcance de una teoría dada. Estos modelos muestran las

¹⁷⁸ Van Fraassen (1989a), 90

posibilidades de comportamiento físico de tales fenómenos según la teoría, y la forma en que se fijan tales posibilidades es incluyendo las leyes de la teoría, pero las leyes son sólo leyes de los modelos, principios básicos de la teoría, o ecuaciones fundamentales que definen las condiciones de lo que es físicamente posible y no principios de orden natural que la ciencia descubre.

La literatura sobre la naturaleza y función de las leyes es realmente ingente y los intentos de ofrecer consideraciones filosóficas completas acerca de ellas son múltiples. En general, suele comenzarse por establecer una distinción fundamental entre leyes fenomenológicas que refieren a regularidades empíricas y leyes básicas que son esencialmente teóricas. Nancy Cartwright ha definido la diferencia entre ambos tipos de leyes apuntando que las leyes fenomenológicas son aplicables pero siempre falsas; los principios básicos son precisos pero nunca aplicables¹⁷⁹, y ello nos permitiría explicar por qué por ejemplo hablamos de las leyes del movimiento planetario de Kepler, las leyes del movimiento de Newton, pero no aplicamos tal concepto a las ecuaciones de Schroedinger o el principio de exclusión de Pauli, aunque no es explicable por qué, en cambio, si se usa el concepto al referirnos a la ley de Ohm, a no ser que el epíteto sea el resultado de decisiones contextuales e históricas y no corresponda realmente a nada que pueda ser objetivado como las condiciones necesarias y suficientes para que un principio pueda convertirse en ley.

La búsqueda de las bases firmes para el conocimiento llevaron a Descartes a la convicción de que sólo a través de un método que comprendiese las ventajas de la filosofía, la lógica y las matemáticas: el análisis de los geómetras y el álgebra, pero que estuviese exento de sus defectos, que fuera, además, estrictamente observado, al igual que un Estado se hallaba mejor regulado a través de unas pocas leyes de ordenamiento pero estrictamente observadas que cuando una multitud de ellas sin carácter de obligatoriedad regía el comportamiento, ya que favorecían *excusas a los vicios*, y finalmente, sólo a través de la firme

¹⁷⁹ N. Cartwright (1983), cap. 6.

resolución de no aceptar por verdadera ninguna cosa que no apareciera más clara y segura de lo que habían sido antes las demostraciones de los geómetras, observa Descartes ciertas leyes que Dios ha establecido en la naturaleza, y cuyas nociones ha impreso en nuestras almas¹⁸⁰: *Además, hice ver cuáles eran las leyes de la naturaleza; y, sin apoyar mis razones en ningún otro principio salvo en las perfecciones infinitas de Dios, traté de demostrar todas aquellas de las que se puede tener alguna duda, y mostrar que son tales que, aunque Dios hubiera creado muchos mundos, no podría haber ninguno en el que dejaran de ser observadas*¹⁸¹.

Universalidad y Necesidad quedan a partir de estos momentos indisociablemente ligadas al concepto de ley.

Los análisis formales promulgados por el empirismo lógico y la concepción heredada no ayudaron a clarificar la naturaleza de los predicados legaliformes y tras estos fracasos la literatura actual sobre las leyes ha realizado un nuevo ‘giro metafísico’ como respuesta a los excesos analíticos y lógicos. Sin embargo, estas consideraciones actuales sobre las leyes suponen, en la mayoría de los casos, una reescritura de los viejos argumentos¹⁸².

2. Universalidad y Necesidad: la garantía de la existencia de las leyes

Hay muchas teorías que intentan actualmente ofrecer una consideración adecuada a la cuestión ¿qué es una ley de la naturaleza?, pero quizá es más interesante, opina van Fraassen, preguntarse por los motivos que llevan

¹⁸⁰ R. Descartes (1636), ed. cast. (1982), 52 y ss.

¹⁸¹ *Ibid.*, 61

¹⁸² Esta es la tesis que mantiene van Fraassen fundamentalmente en (1989a)

hoy a un filósofo a construir una teoría acerca de las leyes de la naturaleza¹⁸³, y ofrece tres razones: la primera proviene de argumentos tradicionales que se remontan al menos a la controversia entre realistas y nominalistas en el siglo catorce; la segunda concierne a la ciencia misma, y la última proviene de una reflexión misma de la práctica filosófica, ya que mientras en el siglo diecisiete fueron los tratados científicos los que descansaban en la noción de ley, hoy son los escritos filosóficos los que lo hacen.

Los argumentos tradicionales, que van Fraassen sistematiza en lo que llama 'realismo escolástico' son dobles: por un lado los que llevan a la conclusión de que *debe haber leyes* de la naturaleza, e independientemente, los que llevan a la conclusión de *que debemos creer* que tales leyes existen. El primero arguye desde la premisa de que hay regularidades estables en la naturaleza, pero ninguna regularidad persistiría por casualidad y, por lo tanto, debe haber una razón. Tal razón es la existencia de una ley de la naturaleza.

El segundo arguye que si lo anterior es negado, quedamos reducidos al escepticismo. Si decimos que no hay razón para una regularidad esto implica que no hay razón para que la regularidad persista. Así que no tenemos ninguna base para una expectación racional del futuro. Tales argumentos aparecieron en las disputas realistas-nominalistas, antes de que apareciera la idea de leyes de la naturaleza en su sentido moderno. Son del mismo tipo los argumentos proporcionados por Santo Tomás de Aquino para probar la existencia de Dios, a través de las 'cinco vías' y que van Fraassen rescribe¹⁸⁴ para mostrar las analogías con los modernos argumentos que defienden el realismo científico. La tercera vía, muestra las bases de la inteligibilidad del mundo a partir de la posibilidad y la necesidad. Y puede ser expresada así: encontramos en la naturaleza variadas regularidades, y podemos pensar que suceden por coincidencia, por azar, o que

¹⁸³Este recorrido por los argumentos y las teorías filosóficas actuales acerca de las leyes se encuentra en Van Fraassen (1989a), cap. 2-6. Son centrales en esta discusión también los textos de D. M. Armstrong (1983), N. Swartz (1985) y J. W. Carroll (1994). Un reciente análisis comprensivo del concepto de ley científica es el de Echeverría (1993).

¹⁸⁴ Van Fraassen (1974a), 95-109

tales regularidades proceden necesariamente de razones subyacentes. Si aceptamos lo primero *no podemos conocerlas como* regularidades, porque si suceden por azar pueden no suceder. Pero de hecho conocemos algunas regularidades *como tales*, por lo tanto, proceden de razones subyacentes.

En otras palabras, no hay razones para pensar que los fenómenos continuarán comportándose de la misma forma en el futuro *a menos que creas en la realidad* en cuestión. Está afirmándose que un universo sin leyes, si esas son las razones para que se den regularidades, debería ser totalmente caótico e irregular.

Estas convicciones son fuertes y han permeado una buena parte de la filosofía occidental. Una ley debe ser concebida como la razón que da cuenta de la uniformidad en la naturaleza. Y la ley debe ser concebida como algo real, algún elemento de la realidad independiente de nuestros pensamientos o teorizaciones. J. J. C. Smart muestra la imposibilidad del escéptico de ofrecer una razón a la uniformidad y regularidad de la naturaleza, afirmando que en realidad al suspender la creencia en las leyes naturales como la causa de tal ordenamiento está creyendo en realidad, en una supuesta coincidencia cósmica y debería poder explicar en esos términos porqué las respuestas esperadas en un proceso de medición o experimentación de hecho se dan, esto no es en absoluto sorprendente para un realista, ya que era lo que de hecho se esperaba dada su confianza en la existencia de leyes¹⁸⁵.

Otro tipo de argumentos descansan en la afirmación de que las leyes de la naturaleza es lo que la ciencia tiene como objetivo descubrir. Si esto es así, los filósofos se deben ocupar de este tema. Armstrong en su obra más representativa indica "la naturaleza de una ley de la naturaleza debe ser un asunto ontológico central para la filosofía de la ciencia"¹⁸⁶. La ciencia natural, defiende, tradicionalmente ha dibujado tres tópicos fundamentales y que constituyen su objetivo: primero, descubrir la geografía e historia del actual universo; segundo,

¹⁸⁵ Ibid., 101-102

¹⁸⁶ Armstrong (1983), 4

descubrir qué tipo de cosas y qué tipo de propiedades hay en el universo y cómo están constituidas, con particular énfasis en los tipos de cosas y tipos de propiedades en términos de las cuales otras cosas son explicadas y, tercero, establecer las leyes a las cuales obedecen las cosas que hay en el universo¹⁸⁷.

Pero, si manejamos el concepto de ley de la naturaleza, esto debe significar al menos que tenemos claras intuiciones acerca de ejemplos y contraejemplos. Intuiciones acerca de lo que es y lo que no es, lo que puede ser o lo que no puede ser una ley de la naturaleza. Pero los ejemplos que suelen citarse, a juicio de van Fraassen, no dejan de ser consideraciones simplistas o ambiguas sobre las leyes de la naturaleza.

Existen en la literatura sobre el tema diversos puntos compartidos por toda consideración sobre las leyes, pero ninguna de ellas atiende de forma completa tales condiciones necesarias de una ley:

1. *Universalidad*. Las leyes de la naturaleza son leyes universales y la universalidad es una marca de la legalidad. Este criterio es el gran favorito, especialmente para los empiristas que tienden a tomar menos en cuenta otros puntos. Incluso los más escépticos mantendrían este criterio como fundamental. Desafortunadamente esta marca de universalidad ha fallado muchas veces, y por muchas razones.

Una forma de ver cómo este criterio no siempre funciona es cuando dibujamos ejemplos paralelos, que emplean exactamente las mismas categorías de términos, y comparten exactamente la misma forma lógica, pero evocan diferentes respuestas cuando pensamos acerca de lo que pueda ser una ley. El siguiente ejemplo ha sido discutido en varias formas por Reichenbach y Hempel:

¹⁸⁷ Ibid., 3

1. Toda esfera sólida de uranio enriquecido tiene un diámetro de menos de una milla.

2. Toda esfera sólida de oro tiene un diámetro de menos de una milla.

Ambas son verdaderas pero la primera proposición la aceptamos como asunto de ley, ya que la masa crítica de uranio prevé la existencia de tal esfera, y la segunda es un hecho accidental o incidental, el planeta no tiene tanto oro y quizá ningún planeta, pero la ciencia que aceptamos no descarta que puedan existir tales esferas. La cuestión aquí entonces es si 1 puede ser una ley, aunque una ley muy especial, y 2 no puede serlo, no puede ser a causa de una diferencia en universalidad. Otra consecuencia de ello es que las leyes no pueden ser simplemente afirmaciones verdaderas de una cierta clase caracterizadas en términos de sintáctica o semántica. No hay ninguna característica sintáctica o semántica en la que difieran las proposiciones del ejemplo anterior. Autores como Goodman, Hempel o Davidson no estarían en lo cierto al considerar las leyes como afirmaciones verdaderas legaliformes. De todas maneras el análisis no es tan simple. De hecho es muy difícil precisar la noción sin caer en la trivialización. La mera forma lingüística "Todos...son.." no es una buena guía porque no permanece invariable bajo transformaciones lógicas. Por ej. "Pedro es honesto" es en la lógica estandar equivalente a la proposición universal "Todo aquel que sea idéntico a Pedro es honesto". Definir la generalidad del contenido es sorprendentemente difícil. En la semántica y la filosofía de la ciencia tales dificultades aparecen constantemente. Las opiniones en la literatura sobre este tema están ahora divididas en si las leyes deben de hecho ser universales para ser leyes. Así por ejemplo, D. Lewis afirma que no.

Van Fraassen propondrá una revisión del tema donde encontrará una explicación de la generalidad aliada a los conceptos de simetría e invariancia. La generalidad que encontraremos, será sin embargo relativa a la teoría. Así pues el criterio de universalidad, aunque siga presente en las discusiones acerca de las leyes, no sería ya el principal criterio.

2. *Relaciones de Necesidad*. “La madera arde cuando es quemada, porque la madera *debe* arder cuando es quemada”. Y debe arder a causa de las leyes que gobiernan el comportamiento de los elementos químicos que componen la madera y el aire. Las cuerpos no caen por casualidad, *deben* caer a causa de la ley de la gravedad. En tales ejemplos lo que vemos es una conexión entre "ley" y "debe" que ha de ser analizada.

2.1 Inferencia. La relación más inocua entre ley y necesidad descansa en dos puntos que son meramente lógicos o lingüísticos. El primero es que si decimos que algo es una ley la aceptamos como algo verdadero. La inferencia (1) Es una ley de la naturaleza que A

Por lo tanto, A es garantizada por el significado de las palabras. Este punto puede ser banal, pero deja de serlo cuando es un criterio con el que muchas consideraciones sobre las leyes tienen problemas. Observamos por ejemplo que la inferencia no es válida si eliminamos el predicado "de la naturaleza" ya que las leyes de la sociedad no son siempre obedecidas, ni tampoco es válido si reemplazamos tal predicado por "conjetura" o incluso "teoría bien confirmada y universalmente aceptada". Por lo tanto, concluye van Fraassen, la validez debe provenir del carácter especial de las leyes de la naturaleza. El problema de tal criterio será llamado el problema de la inferencia.

2.2 Intensionalidad. El segundo punto meramente lógico es que la locución "Hay una ley que" es intensional. En la anterior inferencia si reemplazamos "una ley de la naturaleza" por "verdad" permanece válida. Pero algo cambia cuando consideramos el siguiente argumento:

(2) Es verdad que todos los mamíferos tienen pelo

Todos los animales racionales son mamíferos

Por lo tanto, es verdad que todos los animales racionales tienen pelo.

Esto es correcto pero pierde su validez si reemplazamos "verdad" por "ley de la naturaleza". Otro ejemplo sería este: Suponemos que hay una ley que dice que los diamantes tienen un índice de refracción >2 , y que es un hecho que las piedras más preciosas de la humanidad son los diamantes. De ello no se sigue que sea una ley el que las piedras más preciosas de la humanidad tengan un índice de refracción >2 . Aquí vemos la distinción entre ley y mera verdad o hecho.

2.3 Necesidad otorgada. La luna gira en su órbita alrededor de la tierra y debe continuar haciéndolo, a causa de la ley de la gravedad. Esto ilustra la inferencia de "hay una ley que A" a "es necesario que A". Esto debe ser entendido propiamente. Los medievales distinguieron entre la necesidad de la consecuencia de la necesidad del consecuente. En el primer sentido es apropiado decir "si todos los mamíferos tienen pelo entonces las ballenas deben tener pelo porque son mamíferos. El "debe" indica solamente que una cierta consecuencia se deriva de la suposición. Este punto fue cubierto por el tipo de argumento anterior. Este criterio de necesidad otorgada afirma más que el anterior: Si "hay una ley que A" es verdadera, entonces, es "necesario que A" es verdadera. Esta necesidad es también llamada necesidad física o nomológica. Los empiristas y nominalistas han rechazado este criterio, ya que creen que la necesidad descansa sólo en conexiones de palabras o ideas, así que en último término la única necesidad existente está en la necesidad de la consecuencia.

2.4 Necesidad heredada. Es una opinión minoritaria que lo que las leyes son es por sí mismo necesario. Este punto va más allá que el anterior, ya que la lógica no requiere que lo que sea necesario sea necesariamente necesario. Más familiar es la idea que hay muchas formas diferentes en las que el mundo pudo haber sido, incluyendo diferencias en las leyes que gobiernan la naturaleza. Si la gravedad hubiese obedecido a la ley del inverso del cubo, por ejemplo, no hubiese habido un sistema solar estable. Por supuesto si las leyes son ellas mismas necesariamente verdaderas, sus consecuencias heredan esta necesidad. Por lo tanto el criterio fuerte de necesidad heredada incluye el de necesidad otorgada y

este a su vez implica el de la inferencia. Así, los tres criterios formulados forman una cadena lógica de creciente fuerza¹⁸⁸.

3. Regularistas y Necesitaristas

No hay una necesidad por la que algo tenga que ocurrir porque otra cosa haya ocurrido. Sólo hay una necesidad lógica. Wittgenstein. *Tractatus*. 6.37

La actividad científica consiste en observar, experimentar y por supuesto, hipotetizar acerca del mundo para explicar, predecir, controlar y en un sentido amplio, entender el mundo. Además la forma en que estas actividades - explicación, predicción, control y comprensión- se producen es agrupando parcelas cada vez más grandes de fenómenos bajo el paraguas de leyes científicas aceptadas. Suele concluirse, aunque este no es ya un asunto incontrovertido, que ya que la ciencia funciona, y funciona excepcionalmente bien, las leyes que invoca y que permiten realizar su empresa *deben ser* las leyes del mundo. Y es a causa de la existencia de esas leyes que el mundo es como es. Según Swartz¹⁸⁹, dos son las principales posiciones en las que se sitúan los debates acerca de lo que son las leyes:

a. *Regularistas*: las leyes físicas derivan su verdad de las conexiones actuales (instanciadas) entre eventos y estados en el mundo. Las leyes físicas por lo tanto, expresan sólo *lo que ocurre*.

b. *Necesitaristas*: las leyes físicas (y las condiciones iniciales) determinan qué conexiones pueden o no pueden ocurrir; esto es, las leyes físicas expresan *lo que debe ocurrir* en circunstancias particulares.

¹⁸⁸ Un análisis más detallado sobre estas relaciones de necesidad se ofrece en van Fraassen (1977 a), 71-85 y van Fraassen (1978), 1-25.

¹⁸⁹ N. Swartz (1985), 38

Los regularistas niegan la necesidad natural en todas sus formas y nombres, ‘causal’, ‘óptica’, o ‘nomológica’, las leyes serían descripciones de lo que es y lo que sucede. Para el necesitarista las leyes son también descripciones pero no de lo que sucede sino de lo que puede o debe ocurrir.

3.1 La definición de ley de David Lewis

La definición de ley ofrecida por David Lewis¹⁹⁰ incorpora nuevos matices convirtiendo tal asunto en una actividad valorativa. Propone el siguiente argumento: una ley de probabilidad puede decir que para cualquier átomo de tritio y en cualquier tiempo que exista hay tal y tal probabilidad de que ese átomo decaiga a un nivel inferior de energía en el segundo siguiente a ese tiempo. Lo que hace de esto al menos una regularidad o una generalización verdadera es que para cada átomo de tritio y para cada tiempo, la probabilidad de decaimiento es la que la ley establece. Y lo que hace que sea una ley, es lo mismo que hace que toda generalización verdadera obtenga el estatuto de ley: “que encaja en un sistema integrado de verdades que combinan simplicidad y fuerza de la mejor forma posible”¹⁹¹

Lo que Lewis llama *best-system theory of Lawhood* es expuesto en los siguientes puntos:

a. Aunque en *Counterfactuals* seguía a Ramsey cuando expresaba que las leyes eran las consecuencias de esas proposiciones que podemos tomar como axiomas si lo supiéramos todo y organizarlo de una forma tan simple como sea posible en un sistema deductivo, en *Philosophical Papers* entiende que esto significaría que en tal sistema ideal “todo” refiere a “todo verdadero”, y ello implicaría que todas las regularidades se conviertan en leyes, lo que Lewis no

¹⁹⁰ La consideración de D. Lewis sobre las leyes se encuentra en D. Lewis (1973) y en la recopilación de trabajos que presenta en D. Lewis (1983) y especialmente en D. Lewis (1986a).

¹⁹¹ D. Lewis (1986a),122

quiere afirmar puesto que su teoría regularista de la legalidad es una teoría que define como colectiva y selectiva. Colectiva puesto que las regularidades o mejor, las generalizaciones verdaderas “ganan” su legalidad no por sí mismas sino por el papel que juegan en el “esfuerzo colectivo” del sistema en el que figuran como axiomas o teoremas. Y selectiva porque precisamente desde este punto de vista no toda regularidad puede calificarse como ley.

b. Son los estándares de simplicidad, fuerza y balance los que nos guían al afirmar la credibilidad de las leyes como tales. Pero esto hace que la legalidad dependa de nuestros juicios. Esto debe ser muy matizado a juicio de Lewis ya que eso no quiere decir que si nuestros estándares fueran diferentes también lo serían las leyes. Tales estándares se toman como fijos y se aplican para analizar lo que serían las leyes en varias situaciones contrafácticas, incluyendo situaciones contrafácticas en las que la gente puede disponer de otros estándares de evaluación o en las que no haya gente en absoluto. Lo cual no implica que las leyes sean diferentes en otros tiempos y lugares donde hubiera gente con otros estándares. El problema planteado por van Fraassen es que sobre los tres estándares de comparación y valoración de las leyes, definidas ahora como aquellas sentencias que describen regularidades que son comunes a todas las teorías verdaderas que logran la mejor combinación de simplicidad y fuerza, no se tienen más que consideraciones intuitivas, no podemos utilizar estas nociones de una forma objetiva. A veces, una teoría simple es además, más informativa, pero si le añadimos más información para hacerla más fuerte, reduciremos su simplicidad, simplicidad que además depende en gran medida del lenguaje en que está formulada y cuya traducción a otro lenguaje no garantiza que siga manteniendo tal característica. La solución propuesta por Lewis es la restricción del lenguaje en que ha de ser formulada la candidata al lenguaje más simple posible, el de la lógica estándar, donde cada predicado tiene una extensión: la clase de cosas a que se aplica el predicado. Y los predicados básicos tienen como extensión las clases naturales. Aquí se sitúa el anti-nominalismo de Lewis y su teoría no igualitaria de las propiedades, afirmando que los sistemas simples son aquellos que se convierten en formalmente simples cuando se formulan en términos de

propiedades perfectamente naturales. Las propiedades naturales son las que figuran en las leyes.

c. Un último matiz ha de introducirse. No se sostiene que ciertas generalizaciones son legales sean o no verdaderas y que las leyes son exactamente aquellas de las legales que son verdaderas. Teniendo en cuenta que hay tres posibilidades para toda generalización: que sea falsa, que sea verdadera por accidente o que sea verdadera como ley, la diferencia entre estas dos últimas condiciones depende de algo más que la verdad, y es en qué sistema de verdades integradas aparece, esto es, sólo las regularidades de los mejores sistemas son leyes.

Pero, finalmente, esta concepción regularista de las leyes acaba también enredada con el necesitarismo ya que, afirmar “es una ley que A” implica que es físicamente necesario que A. Tal afirmación implica que es la existencia de una ley A lo que hace físicamente necesario que A, y por lo tanto lo que hace verdadero que A. Las leyes están conectadas definicionalmente con la necesidad y no parece que tal vínculo vicioso pueda ser resuelto. Aunque, por otro lado, la consideración de las leyes de Lewis parece la “menos metafísica” de las propuestas evaluadas ya que al tiempo mantiene que propiamente hablando son sólo unas pocas leyes fundamentales las que los físicos consideran sentadas, y son aquellas regularidades que juegan un papel central en los sistemas verdaderos más óptimos en su combinación de simplicidad y fuerza.

Van Fraassen¹⁹² objeta a esta consideración de las leyes cuestionando la posibilidad de la identificación de las propiedades naturales más que de forma circular: la única posible evidencia para que un predicado sea natural es que aparezca en una teoría exitosa ya que el estatus de ley es obtenido por una regularidad a través de un proceso de selección y valoración tal como hemos expuesto y sólo a posteriori es posible afirmar que el referente de tales predicados

¹⁹² Van Fraassen (1989a), 55-59

son las propiedades naturales, sosteniendo que ese es el contenido necesario de una ley. La otra solución es afirmar que los predicados naturales son aquellos que permanecen a lo largo de la historia, contribuyendo a formar esa gran imagen científica del mundo. Pero en ese caso, la identificación de los predicados naturales, lo que sean esos predicados es dependiente del estado de la ciencia, esto es, no son independientes de factores históricos o antropocéntricos¹⁹³. Y esto es aún más evidente si recordamos que los criterios para seleccionar las mejores teorías propuestos por Lewis: verdad, simplicidad, fuerza y balance están históricamente condicionados. Si dos teorías compiten, la ventaja en simplicidad o fuerza depende del grado de desarrollo de alguna de ellas, lo cual está históricamente condicionado. Si una de ellas además es valorada como más informativa, tal grado o carácter de la información y su importancia es el tipo de cosa que es evaluada en el contexto de comunicación. En definitiva, el intento de Lewis de proporcionar una definición de ley adecuada en tanto que objetiva o independiente de los contextos históricos de comunicación fracasa.

3.2. Sobre la pluralidad de los mundos.

David Lewis afirma, sin embargo, que las leyes de la naturaleza no son estrictamente necesarias. Tal afirmación se produce en el marco de su realismo modal¹⁹⁴ y la afirmación de la tesis de la pluralidad de los mundos según la cual nuestro mundo no es más que uno entre muchos. Los mundos son muchos y variados. Hay tantos otros mundos que, de hecho, absolutamente cada forma en que un mundo puede posiblemente ser es una forma en que algún mundo es. Y de la misma forma en que esto sucede con los mundos, también con las partes de los mundos. Pero hay restricciones que imponer: los mundos están aislados, esto es, no hay relaciones espacio-temporales entre cosas que pertenezcan a mundos diferentes, ni nexos causales entre los acontecimientos de un y otro mundo, no se

¹⁹³ Este es también el centro de la crítica de John W. Carroll (1994), 45-54

¹⁹⁴ Véase David Lewis (1986b)

solapan, y no tienen partes en común. Afirma también que de acuerdo con el realismo modal existen muchos particulares posibles no actualizados, respecto a los cuales los particulares actuales no difieren en tipo.

La introducción de este matiz es tremendamente interesante ya que convierte de esta forma a nuestro mundo sólo en aquel que se actualiza de entre todas las posibilidades, lo cual lleva a D. Lewis a negar la tesis de los necesitaristas respecto a las leyes de la naturaleza, y le sitúa más cerca de los regularistas. Pero, ¿por qué creer en la pluralidad de los mundos? La respuesta de Lewis sorprende: porque la hipótesis presta un “gran servicio”, es útil y fructífera y esa es una razón para pensar que es verdadera¹⁹⁵.

La gran ventaja de esta estrategia de análisis es que permite identificar las formas en que un mundo *puede ser* y además ordenar las formas posibles o mundos posibles dependiendo del grado de *cercanía* respecto al nuestro donde la propiedad formal que permite tal ordenamiento es la de *similitud*, y de esta forma, es posible la accesibilidad entre mundos. Gracias a esta estrategia es posible caracterizar las idealizaciones científicas como aquellas descripciones de cosas no actualizadas con las cuales es útil comparar las actuales, y ofrece una solución al problema de los contrafácticos. Afirma Lewis¹⁹⁶ que un condicional contrafáctico es una invitación a considerar lo que sucede en una situación ideal, contrafáctica, o lo que es lo mismo en algún otro mundo posible. Podemos establecer que en un condicional contrafáctico el mundo en cuestión es parcialmente especificado gracias al antecedente del condicional, es parcialmente especificado por influencias contextuales temporales y parcialmente no es especificado en absoluto. Así, podemos decir que un condicional contrafáctico “si fuera que A, entonces podría ser que C” es verdadero ssi C es verdadero en el mundo seleccionado A. De forma más general, el condicional es verdadero en un mundo W ssi C es verdadero en el mundo A seleccionado desde el punto de vista de W. Hay muchos mundos A, con sus características variadas y algunos de ellos son

¹⁹⁵ Ibid., 4

¹⁹⁶ Ibid., 21

más similares al nuestro que otros, si algún mundo ‘A y C’ es más similar al nuestro que cualquier mundo donde sea verdad ‘A y no C’ , eso es lo que hace verdadero al contrafáctico en nuestro mundo. De todas formas es el carácter de nuestro mundo el que hace al contrafáctico verdadero, la introducción de los mundos posibles en la historia tiene el propósito de ofrecer marcos de referencia desde los cuales proceder a la caracterización del nuestro¹⁹⁷, en este caso discriminar qué es lo relevante para afirmar la verdad del condicional. Tal análisis es central en el problema de la causalidad, afrontándola en términos de dependencia contrafáctica de los eventos. La teoría de los mundos posibles permite también identificar las propiedades naturales, y las relaciones entre las propiedades, siendo estas caracterizadas de forma unívoca y negando que sea este un asunto relativo a los mundos, nuevamente la recurrencia a ellos lo que permite es una mayor riqueza en el análisis.

La identificación de las leyes de la naturaleza sigue el mismo procedimiento aunque, en este caso, hay que introducir un nuevo elemento, *el principio de recombinación*, según el cual si unimos partes de diferentes mundos posibles, surge otro mundo posible, esto es cualquier cosa puede coexistir con otra (restringiéndose al espacio-tiempo). Desde este punto de vista, las leyes de la naturaleza no son estrictamente necesarias, al menos no lo son aquellas que limitan lo que puede coexistir en diferentes posiciones, ya que el principio prohíbe las conexiones estrictamente necesarias entre distintas existencias. Afirma Lewis que lo que hace es tomar la visión Humeana acerca de las leyes y la causación y usarla como una tesis acerca de la posibilidad, el énfasis es diferente pero es la misma tesis¹⁹⁸.

¹⁹⁷ van Fraassen analiza estas estrategias de caracterización ontológica del mundo. La pregunta ¿existe el mundo?, puede recibir una respuesta pero no es esto lo importante sino las condiciones bajo las que tal pregunta se convierte en inteligible y las razones que ofrecemos para ello. (van Fraassen, 1995c, 139).

¹⁹⁸D. Lewis (1986b), 91

3.3 El acceso entre los mundos

El recurso a los mundos posibles, según van Fraassen, no cambia en absoluto la situación, este mundo puede proceder, con todas sus acontecimientos e historias en la misma forma en que lo haría si no afirmáramos la existencia de esas leyes.

Los realistas modales necessitaristas¹⁹⁹ afirman que realmente existen otros mundos posibles, lo cual no significa que todos los mundos describibles lógicamente y consistentemente estén entre ellos y en segundo lugar, afirman también que hay una relación de relativa posibilidad entre los mundos: la relación de acceso. Decir que una proposición es una ley en un mundo dado es lo mismo que decir que es necesaria en ese mundo. Y ello significa que esta proposición es verdadera en todos los mundos que son posibles relativos a un mundo dado. Pero la forma en que se identifica esa relación constituye un serio problema ya que no podemos usar las leyes sin pecar de circularidad, pero si no es así es como bautizar algo con un nombre pero sin poder identificar lo que eso sea. La solución de Pargetter y Bigelow es acudir al anti-nominalismo y afirmar que existe *sólo una* relación *real* entre mundos, y no hay por lo tanto, problemas para identificarla. Que no sabemos de qué se está hablando es lo que Van Fraassen se ve obligado a concluir acerca de este tipo de análisis.

¹⁹⁹ Es el caso de John Bigelow y Robert Pargetter, quienes defienden un realismo modal como la posición más acertada. Tomando como punto de partida el platonismo científico, según el cual las matemáticas pueden ser entendidas realísticamente, esto es, como el estudio de los universales, de las propiedades y relaciones, de patrones y estructuras, de los tipos de cosas que existen, y la lógica como el estudio de la validez de los argumentos, validez que se establece cuando la conclusión es necesaria y no es posible que sea falsa a menos que lo sean también las premisa, afirman que un realista científico *debe ser* un realista modal y se puede proporcionar de esta forma, según los autores, una teoría unificada de todas las necesidades y modalidades, ofreciendo así una consideración realista de la causalidad, las leyes de la naturaleza y la explicación científica en estos términos. (Bigelow y Pargetter, 1990)

3.4 Las leyes como relaciones entre universales.

Otra estrategia diferente de identificación y definición de las leyes es la propuesta por Fred I. Dretske, Michael Tooley y D. M. Armstrong en los años 70. Afirman, aunque los caminos recorridos son diferentes, la idea de que las leyes de la naturaleza son relaciones entre universales. Así, Armstrong²⁰⁰ argumenta que uno de los más graves problemas que asaltan a los regularistas es cómo distinguir entre uniformidades cósmicas *accidentales* y aquellas que son genuinas manifestaciones de una ley. Sin embargo parece natural pensar en ellas como el lazo de unión entre propiedades, parece natural decir, afirma Armstrong, que todos los Fs son Gs porque ‘para ser un F es necesario ser un G’ (being an F necessitates being a G). Se afirma al mismo tiempo no sólo que existe tal relación sino también su necesidad. Un universal *necesitando* a otro se convierte en el nudo central de esta consideración de las leyes.

De esta forma el problema de las uniformidades accidentales *Humeanas* no son un problema para esta visión, tampoco las pseudo-uniformidades ya que implican predicados no genuinos y por lo tanto no se corresponden a ningún universal, y donde no hay universales no puede haber relaciones entre universales.

Veamos más matices. Afirmar ‘N(F,G)’ es afirmar un estado de cosas que es simultáneamente una relación que implica que ‘algo que es F necesita que algo otro sea G, en virtud de los universales F y G’, lo cual no significa ‘para cada x, si x es F es necesario que x sea G’ porque esto puede ser perfectamente explicado en el marco de una teoría regularista. Lo que se afirma es algo más, ya que la frase ‘en virtud de los universales F y G’ supone que lo que implica es una relación real, irreductible, una especie particular de la relación de necesidad que se sostiene entre los universales F y G a partir de la cual podemos afirmar con propiedad que existe una relación de nómica necesidad N, tal que

²⁰⁰ D.M. Armstrong (1983), 86

$$N(F,G) \rightarrow (x) (Fx \supset Gx)$$

Esto es, si tal relación se sostiene entre los universales, entonces es automático que cada particular F determina que es un G. Y esta es justo la instanciación del universal N(F,G) en casos particulares. La parte izquierda de la fórmula representa la ley, un estado de cosas que es simultáneamente una relación. La derecha representa la uniformidad que resulta automáticamente de la instanciación de ese universal en sus particulares.

Ahora bien, ¿cómo ha llegado a establecerse la relación entre universales?. Sorprende el argumento: transfiriendo el concepto de necesidad desde la esfera de los particulares estados de cosas, tomados simplemente como particulares a la esfera de los tipos de estados de cosas, esto es los universales. En vez de un a que es un F necesítándose que sea el caso que a sea un G, sin el beneficio de una ley, tenemos ‘para que algo sea un F es necesario que algo sea un G’ donde un tipo de estados de cosas (el universal F) necesita de otro tipo de estados de cosas (el universal G)²⁰¹.

Locke y su teoría de las ideas complejas guía en gran medida la elaboración de este concepto. La unión del concepto de necesidad junto al concepto de universal como tipos de estados de cosas, es la base de la elaboración de la noción de ley de la naturaleza.

En este caso, como en los otros analizados, la justificación es evitada, o diluida, en la estrategia de subrayar que el valor explicativo de una *nueva idea compleja* es una razón para pensar que es un concepto coherente. La inferencia de la mejor explicación afirma Armstrong, *nos fuerza* incluso en la esfera del análisis metafísico²⁰².

²⁰¹ Ibid, 97.

²⁰² Ibid, 98.

El análisis de Fred I. Dretske²⁰³ procede tratando de identificar y establecer las diferencias entre las verdades universales y las leyes para así señalar lo característico de éstas. La conclusión, semejante a la de Armstrong, es que las leyes de la naturaleza son expresadas por declaraciones singulares de hechos que describen la relación entre propiedades universales y magnitudes. Así, en contra de todos los análisis empiristas tradicionales que identifican a las leyes con verdades universales, o con verdades universales que juegan un cierto rol o tienen ciertas funciones, esto es, contra todos los análisis que caen bajo la fórmula *ley=verdad universal +x*, que coinciden en que las leyes son especies de verdades universales aunque haya desacuerdos respecto a qué es x, afirma que una verdad universal expresa una relación entre las extensiones de sus términos mientras que una ley expresa una relación entre las propiedades (magnitudes, cantidades, características) que esos predicados expresan, las leyes implican verdades universales pero las verdades universales no implican leyes.²⁰⁴

Si sólo exigimos a una hipótesis para ser cualificada como ley que exprese algún tipo de necesidad entre F's y G's, se convierte en un misterio cómo confirmar tal atribución con el tipo de evidencia disponible desde la observación. Es por ello que las leyes no son simplemente lo que las declaraciones universales expresan, y se interpreta 'Todo F es un G' no como una declaración acerca de la extensión de los predicados F y G sino como una declaración que describe una relación entre las propiedades universales F-dad y G-dad, en este caso F-dad→G-dad, pero el tipo de conexión que se afirme entre los universales implicados dependerá de las particulares leyes en cuestión.

Y el asunto ahora, es cómo identificar esas leyes de la naturaleza que además suponemos son las mismas hoy y hace miles de años, independientes de nosotros e independientemente de que las conozcamos, interpretemos o identifiquemos. La habilidad para identificar esas leyes, para descubrirlas, sí es un asunto que depende de factores epistemológicos, pero lo que sean esas leyes es

²⁰³ Dretske (1977), 248-268

²⁰⁴ Ibid., 253.

obviamente un asunto ontológico. Es por ello además, que sólo comenzamos a llamar a algo una ley cuando está bien establecida.

Las leyes, en tanto no son meramente verdades generales bien establecidas, son el tipo de cosa que está bien establecida antes de que se produzca una enumeración exhaustiva de las instancias a que se aplica, en definitiva, eso es lo que da a las leyes su utilidad predictiva. Y esto es nuevamente un argumento en contra de los que afirman que las leyes son verdades universales especiales ya que tendrían que listar todas sus aplicaciones o casos antes de afirmarlas como leyes. Algunos filósofos han creído sin embargo, que ciertas verdades universales podían ser confirmadas por sus instancias y por lo tanto ser cualificadas como leyes sentando la probabilidad de esa hipótesis. Pero, afirma Dretske, la confirmación no consiste sólo en sentar la probabilidad de ocurrencia de los casos examinados sino en sentar la probabilidad de que los casos no examinados (en los aspectos relevantes) se parezcan a los examinados. Es esta la probabilidad que debe ser establecida para hablar de una confirmación genuina, y para que la hipótesis sea útil en la predicción, y es esta la probabilidad precisamente que no depende de la evidencia instanciada. Las leyes, tal como afirman todos los necessitaristas, nos dicen lo que debe ocurrir, y no meramente lo que sucede o sucederá dadas ciertas condiciones iniciales.

Hemos de realizar el *ascenso ontológico*²⁰⁵, esto es, el paso que lleva desde el hablar acerca de los eventos y objetos individuales, o colección de ellos, a las cantidades o cualidades que esos objetos ejemplifican. Una vez realizado tal ascenso ontológico entendemos también el carácter modal de las leyes. El patrón de inferencia

F-dad→G-dad

Esto es F

Por lo tanto,

²⁰⁵ Dretske (1977), 263

Esto *debe ser* G.

ejemplifica la fuente de la necesidad nómica o física generada por las leyes y la capacidad o poder de las leyes para decirnos lo que *podría pasar* si se da tal y tal cosa y lo que *no puede* pasar.

La validez del patrón de inferencia es defendida recurriendo a analogías y nuevamente al argumento de la mejor explicación. A diferencia de las meras verdades universales la recurrencia a las leyes así entendidas permite hablar de los mundos posibles, de los contrafácticos y dar una caracterización plausible de la explicación. Aunque, finalmente y para evitar las críticas de platonismo afirma que no ha argüido que hayan propiedades universales, sino algo más débil y condicionado: las propiedades universales existen, y existe una relación definida entre esas relaciones universales, si existen las leyes de la naturaleza²⁰⁶.

Lo que es común, además, a estos y otros análisis acerca de las leyes de la naturaleza, son los problemas de la identificación y la inferencia, problemas que funcionan además a modo de los cuernos de un dilema donde la solución para uno de ellos implica serios problemas para el otro. El problema de la inferencia “que hay una ley que A, implica que A” es resuelto haciendo equivaler “es una ley que A” con “es necesario que A” y apelando al dictum lógico de que la necesidad implica actualidad. Pero ¿qué hace que algo sea necesario? Y además, lo necesario ¿es unívoco?. Si se rehúsa contestar a ello el problema de la identificación es evadido, pero entonces no se puede descansar en el dictum de que lo necesario implica actualidad, ya que la necesidad, ahora un término primitivo e inexplicado es meramente una etiqueta dada a ciertos hechos, y, por lo tanto, sin fuerza lógica²⁰⁷.

²⁰⁶ Dretske (1977), 267

²⁰⁷ van Fraassen (1989a), 38-39

4. Leyes y Explicación.

A toda la visión moderna del mundo subyace el espejismo de que las llamadas leyes de la naturaleza son las explicaciones de los fenómenos de la naturaleza. Wittgenstein, Tractatus, 6.371

Las leyes se necesitan para explicar los fenómenos y, por lo tanto, no hay explicaciones sin leyes. El concepto de explicación, desde este punto de vista, juega un rol mediatizador: si la explicación es lo que buscamos en la ciencia, y si la necesidad es crucial para la explicación, y las leyes cruciales para la necesidad, entonces hemos cerrado el círculo.

Que exista la ley de la gravedad es la razón por la que la luna continúa en su órbita alrededor de la Tierra. La premisa de que haya tal ley es por lo tanto una buena base para la predicción y si negamos que haya tal razón, entonces no tenemos ninguna razón para hacer tal predicción, no tenemos razones para esperar que el fenómeno siga ocurriendo así, y no estamos en disposición de predecir.

Si hay problemas hoy con este argumento es porque no estamos dispuestos a igualar "tenemos razón para creer que A" con "creer que hay una razón para A". Pero tal igualdad se mantiene en muchos escritos para el caso de las regularidades empíricas y las leyes. Tal es el ejemplo de autores como Armstrong quienes no están dispuestos a admitir que pueda haber una visión que mantenga que haya regularidades en el mundo pero no leyes de la naturaleza, ya que tal visión no da cuenta del hecho de que *tenemos buenas razones* para pensar que el mundo es regular.

La centralidad de la noción de ley de la naturaleza en los debates filosóficos se advierte sobre todo cuando vemos que a través de ella se dibujan las principales posiciones acerca de lo que constituyen los núcleos centrales en los debates filosóficos sobre la ciencia, y es que las consideraciones filosóficas sobre

las leyes tratan de ofrecernos²⁰⁸ una teoría de la explicación, una teoría de la confirmación, una explicación adecuada de la necesidad y una forma de entender la ciencia, su estructura y metas.

De esta forma, es fácil comprender que una consideración sobre la ciencia que no recurra a leyes, universales, propensiones o necesidades ‘in re’ pueda provocar insatisfacción. Armstrong define tal posición en los siguientes términos: *Hay verdaderamente una visión excéntrica. Esta es la visión de que aunque hay regularidades en el mundo, no hay leyes de la naturaleza*²⁰⁹

Así, es cierto que van Fraassen niega que haya conexiones necesarias entre eventos, niega las necesidades en el orden natural, las leyes de la naturaleza y el determinismo en todo o alguna parte del mundo. Pero de ello no se sigue que no puedan haber predicciones exitosas, sería absurdo negarlo, lo cual tampoco significa que tengan su éxito garantizado por la forma en que las cosas *deben* producirse, ni que las regularidades sean explicables en base a alguna concomitancia *necesaria*. La negación se extiende a la causalidad, y a las disposiciones o propensiones o posibilidades objetivas.

El tópico central de la ciencia, desde esta perspectiva es exactamente lo que es *concreto, actual y observable*, y todo lo demás forma parte de los mecanismos conceptuales movilizados para modelar un sistema físico. En otras palabras, leyes de la naturaleza y condicionales contrafácticos que dibujan distinciones modales supuestamente objetivas no son más que reificaciones proyectadas desde las características contextualmente dependientes de nuestro lenguaje²¹⁰.

Es posible ofrecer, sin embargo, una consideración completa sobre la explicación, la predicción, las bases de la aceptación de las teorías etc, negando al

²⁰⁸ van Fraassen (1989a), 184

²⁰⁹ D. M. Armstrong (1983), 5

²¹⁰ van Fraassen (1981b), 189 y ss.

tiempo la existencia de las leyes, y negando ante todo, la centralidad que tal concepto ha adquirido en la filosofía de la ciencia²¹¹.

5. Las leyes como principios de los modelos

Las leyes, en el contexto del antirrealismo defendido por van Fraassen tal como comenzábamos nuestra exposición sobre las leyes, son sólo leyes de los modelos, importantes características por las cuales los modelos pueden ser descritos y clasificados. La distinción, afirma van Fraassen, entre estas características y otras que caracterizan el modelo igualmente bien está en el ojo del teórico, no corresponden a ninguna división en la Naturaleza²¹².

5.1. Las leyes y el espacio de estados

Tal como hemos expuesto más arriba, formalmente, cuando los *parámetros definientes*²¹³ se aplican simultáneamente a un sistema físico, el conjunto de sus valores determina un estado del sistema. Esto permite concebir los sistemas como secuencias de estados que se desarrollan a través del tiempo. Si el conjunto de valores tomado en un momento dado se representa en el espacio de estados, se obtiene un estado de cosas cuya evolución en el espacio de estados puede reflejar la conducta espacio-temporal del sistema. Podría hablarse entonces

²¹¹ Tal negación, por otro lado, ya no es patrimonio de los antirrealistas. En su reciente texto, Ronald Giere niega también la trascendencia de tal concepto desde posiciones realistas. El realismo constructivo y perspectivista diseñado no rechaza, sin embargo, las necesidades en la naturaleza. (Giere, 1999).

²¹² van Fraassen (1989a), 223

²¹³ Tal concepto explica el fuerte carácter constructivista de la actividad científica, ya que es la propia teoría la que abstrae ciertos parámetros que considera relevantes de los fenómenos que caen bajo su alcance, convirtiéndolos en *sistemas físicos*, copias fenoménicas altamente idealizadas. Así, los parámetros son los que definen tal copia idealizada y contrafáctica, ya que, estrictamente, las teorías establecen cómo se comportarían los fenómenos en el caso en que se dieran esas condiciones ideales aunque, al tiempo, eso es lo que permite que se puedan satisfacer las demandas de explicación y predicción de forma exitosa.

de modelos, entendiendo por modelo un par $M=\langle X,loc\rangle$, donde X es un sistema físico y 'loc' es una función de localización que le asigna una región en el espacio. Pero esta localización de un sistema físico en el espacio de estados no es todavía un modelo teórico. Lo que se ha localizado en el espacio de estados ha sido sólo el estado del sistema en un momento dado, no su evolución. Es decir, se habría establecido un estado de cosas lógicamente posible (pero no físicamente posible, pues para ello hay que tomar en cuenta las leyes), pero no su trayectoria. Y los modelos teóricos, cuya naturaleza es esencialmente dinámica representan trayectorias en el espacio de estados. Incluso si lo que se localiza son varios estados sucesivos del sistema aún no se tendrá un modelo teórico, sino distintos estados de cosas no conectados entre sí. Además, el espacio de estados tal como se ha entendido hasta aquí no está todavía completamente constituido, sino que es sólo una estructura marco que no representa ninguna teoría concreta.

Es necesario introducir las leyes de la teoría en el espacio de estados para que éste deje de ser una estructura marco y se convierta en un espacio de estados configurado. Al imponerle una serie de configuraciones, las leyes determinan las formas a tomar por el espacio de estados y las trayectorias o secuencias posibles según la teoría. Ahora sí es suficiente asignar una región del espacio de estados a un sistema para disponer automáticamente de todas sus posibles trayectorias y configuraciones en el espacio de estados. Las leyes permiten también restringir los estados lógicamente posibles a los físicamente posibles, identificar los distintos estados posibles de un sistema como estados del mismo sistema y combinar los estados y las trayectorias de sistemas diferentes²¹⁴.

De este modo es posible concebir una teoría²¹⁵ como un sistema relacional que consta de un dominio formado por la clase de todos los estados lógicamente posibles de los sistemas físicos y una serie de atributos, que son las leyes, los cuales indican qué estados son físicamente posibles a la luz de la teoría

²¹⁴ Una exposición completa de la naturaleza de las leyes según la Concepción Semántica se encuentra también en F. Suppe (1976) y F. Suppe (1989), 152-169

²¹⁵ Así lo hace F. Suppe (1974), ed. cast. (1979), 49.

y qué secuencias de estados puede asumir un sistema físico también según la teoría.

Dicho de otra forma la función de una ley es describir el comportamiento de un tipo de sistema físico del cual trata la teoría, describir los posibles estados que es capaz de asumir, su evolución normal a través del tiempo cuando no es perturbado, y su comportamiento en interacción. Para ello la clásica distinción entre leyes de sucesión, leyes de coexistencia y leyes de interacción permiten definir con más precisión los tipos de comportamiento:

a. *Leyes de sucesión*: indican qué estados asumirá un sistema a lo largo del tiempo, es decir fijan las trayectorias posibles.

b. *Leyes de coexistencia*: señalan qué estados son equivalentes y delimitan los estados posibles.

c. *Leyes de interacción*: determinan qué estados resultan de la interacción entre sistemas, es decir, cuáles son sus consecuencias.

5.2. El carácter probabilístico o determinista de las leyes

Además, las leyes pueden ser deterministas o probabilísticas, o desde otro punto de vista, si una teoría es determinista o no suele depender del carácter de sus leyes de sucesión²¹⁶. Veámoslo más detenidamente:

En el caso de las teorías deterministas o no relativistas, sus leyes no estadísticas son definidas si acudimos a la clásica distinción señalada afirmando que una ley de coexistencia es una condición que limita la clase de los estados físicamente posibles. El ejemplo clásico más familiar es la ley de los gases ideales de Boyle-Charles, que relaciona funcionalmente el volumen , la presión y la

²¹⁶ van Fraassen ofrece una completa caracterización de la evolución de los estados de sistemas aislados y en interacción, así como el comportamiento de tales estados en teorías con probabilidades irreducibles. (van Fraassen, 1972, 313 y ss.)

temperatura de un gas, de tal forma que dadas dos de esas magnitudes en un tiempo t , el valor de la tercera es determinado unívocamente. Es expresado con la fórmula: $PV=RT$, donde R es una constante, la “constante gas”, lo que significa que en cualquier tiempo dado los valores de P , V y T están relacionados por la ecuación referida. Por lo tanto, continúa van Fraassen con el ejemplo propuesto, si usamos triplos de números reales (p, v, t) para representar los posibles estados termodinámicos del gas, la ley dice que (p, v, t) representa un estado físicamente posible sólo si $p v = R t$. Las leyes de coexistencia seleccionan, por lo tanto, los subconjuntos físicamente posibles del espacio de estados.

Cuando la ley de coexistencia es suficientemente general puede ser incorporada en la definición del espacio de estados, y desde este punto de vista, la distinción entre un “postulado teórico” y un “postulado empírico” es una distinción histórica, en el sentido en que antes de un cierto estado en el desarrollo de la teoría, la ley puede no haber sido todavía incorporada como principio inherente al “language game”²¹⁷ Las leyes de sucesión seleccionan las trayectorias físicamente posibles en el espacio de estados, en concreto, serán las curvas que satisfacen la ecuación, por ejemplo, de un simple oscilador armónico.

Finalmente, las leyes de interacción consideran los sistemas interactuantes como un sistema complejo, donde, en principio, el estudio de la interacción a veces se reduce al estudio de los sistemas implicados por separado, pero esta aproximación no es la más adecuada especialmente si de la interacción de los sistemas se deriva un tipo diferente de sistema. La teoría abstracta de sistemas da respuestas a estas necesidades matemáticas de análisis.

En el caso de las leyes estadísticas, una ley de coexistencia establece probabilidades a priori. Esto es, en vez de dividir los estados lógicamente posibles en los físicamente posibles y los físicamente imposibles, asigna una probabilidad a cada estado. De igual forma, una ley de sucesión ahora establece probabilidades

²¹⁷ Para un análisis más detallado de esta cuestión véase van Fraassen (1970b), 331

de transición, y la misma transformación se produce al definir las leyes de interacción en marcos no deterministas.

De esta forma las leyes son las que configuran un modelo teórico. Y es posible ahora definirlo como cada una de las estructuras que conforman ese espacio de estados configurado o, lo que es lo mismo, cada una de sus configuraciones posibles. A su vez el conjunto de trayectorias posibles de los sistemas y estados de cosas físicamente posibles con sus interacciones potenciales son el conjunto de modelos de la teoría. Evidentemente es imposible determinar extensionalmente esa clase que, además es contrafáctica y representa todos los mundos posibles según la teoría, uno de los cuales es el candidato a representar los fenómenos.

Por esta razón van Fraassen afirma²¹⁸ que sería mejor concebir la teoría como una clase de tipos de espacios de estados, cada uno de los cuales está formado por un conjunto de modelos y cada uno de éstos tiene un dominio de objetos y una ‘función de historia’(en el sentido de evolución temporal) que asigna a cada objeto una trayectoria en el espacio.

Dos son las cuestiones más importantes que en nuestro análisis de las leyes es necesario señalar más detenidamente:

Del hecho de que en la literatura científica reciente sea más fácil identificar y aislar clases de estructuras que pueden ser incluidas en la clase de los modelos teóricos, y muy difícil encontrar leyes que puedan ser usadas como axiomas para la teoría como un todo, concluye van Fraassen que tal concepto ha perdido centralidad en la reconstrucción teórica. Las leyes que aparecen son frecuentemente descripciones parciales o subclases especiales de modelos, se sostienen sólo bajo ciertas condiciones especiales. De hecho, señalábamos esta característica de la ciencia actual, en concreto la situación de la Mecánica

²¹⁸ van Fraassen (1983 a), 8

Cuántica, como una de las razones más importantes por las que era demandada una nueva concepción de la estructura de las teorías científicas y las técnicas de reconstrucción.

En segundo lugar, la cuestión de la significación real de las leyes. Comenzábamos estableciendo una de las tesis más radicales de van Fraassen respecto a la cuestión de las leyes, su rechazo de la idea y argumentos sobre la existencia de las leyes naturales o correspondencia con algo real, con alguna división existente en la naturaleza. Y una razón que permite establecer porqué la distinción entre las leyes de los modelos y otras características no pueden entenderse como reflejo de ninguna característica o estructura real es que las revisiones estructurales en este aspecto no afectan a la adecuación. Si reemplazamos un modelo por otro, cuyo espacio de estados es justo lo que permanece en el primero después de que las leyes de coexistencia hayan sido usadas para excluir algunos conjuntos de estados, no hemos reducido lo que puede ser modelado. De igual forma si se incluye en el estado algunas funciones de tiempo, las leyes de sucesión pueden ser sustituidas por leyes de coexistencia²¹⁹. Tales transformaciones, de hecho, están a la base de los distintos relatos o interpretaciones que pueden hacerse de una teoría. Así, una forma de leer la segunda ley de Newton es ésta: ‘la segunda derivada con respecto al tiempo, de la posición concebida como una función de tiempo, es un parámetro representado en el estado, tan bien como la fuerza total impresa y la masa. La segunda ley del movimiento, $F=ma$, es entonces una ley de coexistencia, más que una de sucesión: excluye ciertos estados como imposibles’²²⁰.

De esta forma, concluye van Fraassen, las leyes son leyes de los modelos, principios que configuran los espacios de estados y que permite discriminar los estados físicamente posibles que puede tomar un sistema determinado según la teoría, de entre todos los lógicamente posibles. En otras palabras, la forma en que la teoría muestra lo posible o imposible físicamente es a

²¹⁹ van Fraassen (1989a), 223

²²⁰ Ibid., 224

través de la configuración que sus leyes imponen al espacio de estados. Y así, realmente, seguir hablando de ‘ley’ es una concesión al filósofo de la ciencia, concesión no exenta de riesgos dada la carga teórica del concepto. Son los principios básicos de las teorías, las ecuaciones fundamentales, las que configuran un modelo teórico. Además, *allí donde los filósofos hablan de leyes, los científicos hablan de simetría, transformación e invarianza*²²¹.

6. El rol de la simetría en la construcción de modelos y teorías.

El análisis llevado a cabo por van Fraassen sobre las leyes ha puesto de manifiesto que es muy difícil mantener, sin unas grandes dosis de argumentos metafísicos, la existencia de leyes de la naturaleza que la ciencia expresa por medio de las leyes científicas.

Desde la visión que desarrolla en *Laws and Symmetry* y sus artículos más representativos sobre este aspecto²²², las leyes son leyes de los modelos, principios básicos de las teorías o ecuaciones fundamentales. Entre estos principios unos son más fundamentales que otros, y entre ellos, ocupando un lugar privilegiado están las simetrías de los modelos.

El paradigma de la simetría es la imagen especular, un objeto y su reflejo son un par simétrico, no es éste el único ejemplo de simetría, pero es una de las más comprensivas: la simetría bilateral, definida para el caso de dos figuras F y F' en un plano estableciendo que existe una línea m tal que cada punto en F puede ser conectado por una línea perpendicular a m con el correspondiente punto en F' , y viceversa. La correspondencia es tal que dos puntos relacionados son equidistantes de esa línea m , la línea de reflexión.

²²¹ Estos conceptos son analizados por van Fraassen y constituye una propuesta polémica y merecedora de multitud de respuestas críticas que, algo más de diez años después, siguen sucediéndose. (van Fraassen, 1989 a)

²²² van Fraassen (1984b), 851-869 y (1988a), 385-409

De la misma forma, un argumento de simetría puede ser construido para solucionar un simple problema de trazado de las distancias más cortas, imaginando una simetría bilateral, donde el nuevo problema es más fácil de resolver que el anterior, pero es esencialmente el mismo problema que el original. En otras palabras, el método elegido para solucionar un problema es transformarlo en otro equivalente, más sencillo que el original, aunque conservando sus aspectos relevantes. La transformación de la situación deja los aspectos relevantes intactos, cambiando los irrelevantes. La idea que ha guiado tal procedimiento es: problemas similares tienen esencialmente soluciones similares y la forma de establecer tal similitud es estableciendo que pertenecen a situaciones relacionadas simétricamente.

Ahora bien, podemos preguntar qué significa que un problema sea esencialmente el mismo que otro, ya que se han utilizado dos conceptos: ‘esencial’ y ‘relevante’, el primero alude a características objetivas, aspectos constitucionalmente objetivos del problema, mientras que ‘relevante’, alude a un contexto de decisiones. De cualquier forma, establece van Fraassen, lo importante es señalar que entendemos un problema, en su generalidad, sólo cuando sabemos qué es lo esencial en ese problema, esto es, sabemos qué transformaciones cambian o no cambian la situación en los aspectos relevantes. El método de la simetría sólo simplifica el problema, mostrando que la solución debe tomar una cierta forma.

En este sentido, es importante distinguir los argumentos de simetría propios, esto es, la explotación lógica de las simetrías de un problema estudiado, de los argumentos basados en asunciones sustantivas acerca de la existencia de simetrías en el mundo. Nuevamente, ello depende de la visión particular sobre la ciencia, si se concibe a ésta como una empresa de descubrimientos de la estructura real y profunda del mundo, que se manifiesta de forma imperfecta en la pequeña parte observable a la que accedemos los seres humanos, creemos en principios de orden básicos y profundos y tales convicciones acerca de la estructura del mundo

están a la base de la teorización científica. Esto tiene como consecuencia que la observación de una asimetría provoca la reacción de postular la existencia de una asimetría profunda, ya que los principios de orden básicos toman la forma: Si esto o aquello pasa, debe haber una razón para ello, una explicación. Es este uno de los puntos sometidos a la crítica de van Fraassen en los primeros capítulos de *Laws and Symmetry*, en concreto la asociación de las ideas de universalidad, necesidad y explicación, entre otras, al concepto de ley y el ‘instinto metafísico’ de la búsqueda de principios profundos de orden que den razón, que expliquen el mundo.

Desde el punto de vista del empirismo defendido por van Fraassen, estos principios intuitivos no dan información, en absoluto, sobre cómo es el mundo, son sólo guías para la teorización, máximas para la construcción de modelos, tácticas que dirigen el esfuerzo de la ciencia para llegar a establecer cuadros coherentes y unificados del mundo observable. Así que, es posible plantear si esas convicciones que expresamos sobre el mundo en términos de explicación, razón, causa, son creencias fundamentales acerca de cómo es el mundo, o una adhesión a un cierto tipo de teorización.

6.1 Construcción de teorías y simetría

Lo cierto es que allí donde los filósofos hablan de ley, universalidad, necesidad, los científicos hablan de simetrías, transformación e invarianza, y el proceso de construcción teórica consiste, en gran medida, en identificar nuevos problemas como semejantes a los ya tratados en algún modelo teórico, en otras palabras, una vez ha comenzado el proceso de teorización, los argumentos de simetría pueden determinar en gran medida cómo continuar. En el ejemplo propuesto por van Fraassen, la mecánica clásica, las simetrías no son sólo las bilaterales, de las que hemos hablado, asociadas con una línea o plano de reflexión en el espacio, además se incluyen la traslación temporal, la traslación espacial y

las rotaciones y, en adición, las transformaciones galileanas asociadas con marcos de referencia uniformemente móviles. Si preguntamos qué es una simetría en un sistema de la mecánica clásica, estamos preguntando acerca de la invarianza bajo esas transformaciones.

Otro ejemplo propuesto en estas páginas²²³ y que permite una comprensión de la forma en que son utilizados estos conceptos de simetría, transformación e invarianza, es el de las escalas de temperatura. Que un cuerpo tenga una temperatura de 0° Centígrados refiere justo el mismo hecho expresado en 32° Farenheit, además muchas otras escalas pueden ser establecidas mostrando una simple función numérica que correlacione un valor numérico de una escala con otro valor en otra escala, especificando una escala de transformación. La condición que se debe cumplir es que las ratios de intervalos y el orden sea invariante bajo esas escalas de transformación, ya que esas invarianzas representan el contenido objetivo del discurso sobre la temperatura, las ratios e intervalos son los mismos para todas las escalas. Estas invarianzas permiten caracterizar nuestro grupo de transformaciones, o a la inversa, encontramos la estructura invariante de las escalas de temperatura buscando sus transformaciones admisibles. Por ejemplo: cuando la escala C tiene dos intervalos iguales, también lo tiene la escala F (C: 100-50=50-0 y F: 212-122=122-32.)

Las simetrías temporales son otro de los principios que más literatura ha producido desde toda la filosofía y la ciencia moderna. Las aproximaciones más clásicas a este tema se centran fundamentalmente en el problema de la dificultad de establecer la equivalencia entre pasado y futuro al invertir la flecha del tiempo, ya que sin duda nuestra aproximación al tema más inmediata, la de nuestra conciencia de que el pasado es conocido e inmutable y el futuro es desconocido y todavía susceptible de ser modificado por decisiones que se tomen en el presente, indica su diferencia intrínseca, su asimetría esencial. Y además esperamos que tal asimetría, fruto del convencimiento de que toda asimetría debe

²²³ van Fraassen (1989a), 247-250

ser causada por una asimetría más profunda, pueda ser explicada o que tenga un reflejo en nuestras leyes físicas más básicas sobre la naturaleza. Pero las leyes que la ciencia admite son invariantes con respecto a la inversión temporal al igual que lo son ante las posibles violaciones de la equivalencia espacial derecha-izquierda²²⁴.

La aproximación de van Fraassen a este tema trata de mostrar en este caso que tal fe en las asimetrías temporales es la que ha provocado un convencimiento tan profundo en la ciencia moderna en la definición del mundo como un sistema determinista, y por lo tanto una total indiferencia a la exploración de los conceptos determinismo e indeterminismo como tales; el indeterminismo para la ciencia moderna es casi una herejía. No en vano una de las nociones más queridas de los científicos que están sentando el edificio de la nueva ciencia es la de causalidad, y esta sólo es posible sostenerla en un mundo determinista en el cual sea posible establecer que los estados previos de un sistema determinan exactamente sus estados futuros en el mismo sentido en que los argumentos de una función determina sus valores, el indeterminismo nos deja en manos del azar, o cuando menos en el incómodo mundo probabilístico, renunciando a establecer de forma fehaciente la sucesión de la causa y el efecto, y en la renuncia a las explicaciones firmes del porqué de la ocurrencia de los fenómenos. Explicación, Causalidad, Determinismo sólo son posibles, en la visión clásica de la ciencia desde la asimetría temporal.

Pero de la misma forma en que los científicos han ido estableciendo que las leyes, aunque se siga confiando en su existencia, no determinan de forma única el mundo que realmente existe, los sistemas que estudia la ciencia y la forma en que lo hace no agota en absoluto la consideración sobre ellos, aún dentro de los límites del tratamiento científico de éstos. En otras palabras, la caracterización científica de un sistema no es unívoca. Diferentes caracterizaciones de sus conjuntos de estados definen a un sistema *como* un sistema de este u otro tipo. Y

²²⁴ H. Weyl (1951), ed. cast. (1991)

esto significa que la atribución de determinismo o indeterminismo pertenece en primer lugar al tipo de sistema definido y no a los hechos como tales. En otras palabras, los sistemas reales individuales son señalados (point to) pero los tipos de sistemas son definidos de forma constructiva por nosotros, y, por lo tanto, podemos definir un particular tipo de sistema listando el conjunto de posibles estados y su conjunto de posibles historias o trayectorias. Y si esto es lo que define el tipo de sistemas, por ejemplo, un sistema mecánico newtoniano, la cuestión del determinismo para este tipo de sistemas es una cuestión meramente lógica. La cuestión empírica o contingente es discernir si un sistema real individual dado pertenece o no a este tipo definido, o si su comportamiento observable se corresponde con lo que es lógicamente posible para este tipo de sistemas. Así concebido, la cuestión del determinismo no es un asunto ya de cómo es el mundo y cuáles son las condiciones del comportamiento de los fenómenos sino una cuestión de definición lógica y de clasificación de los sistemas.

6.2 Las leyes como principios guía de la construcción de modelos en la ciencia moderna

Dedica a ello Van Fraassen algunos artículos²²⁵ y el capítulo once de *Leyes y Simetría*. En ellos establece e ilustra con numerosos ejemplos cómo las simetrías han operado como guías en la resolución de los problemas planteados con relación al desarrollo de la cinemática y la mecánica.

Es este un proceso que no da cuenta, sin embargo, de la construcción de nuevas teorías, éstas son construidas bajo la presión de nuevos fenómenos, tanto encontrados o imaginados, esto es, cuando se considera que ciertos fenómenos descritos deben ser objeto de ulterior teorización²²⁶. En este punto es

²²⁵ Principalmente, van Fraassen (1984b) y (1988a).

²²⁶ van Fraassen (1989a), 228-230

necesario señalar que las descripciones de nuevos fenómenos, e incluso el hecho de ver nuevos fenómenos a tratar es un proceso creativo que ha sido objeto de tratamiento por diversos autores²²⁷. Por ‘nuevos’ quiere decir que no existe ningún modelo en la ciencia actual que represente esos fenómenos. La respuesta a tal ‘presión’ tiene dos fases distinguibles lógicamente si no cronológicamente: en primer lugar, el esquema teórico existente es extendido para permitir la posibilidad de incorporación de esos nuevos fenómenos, y posteriormente, debe ser cerrado de nuevo para excluir una amplia clase de las posibilidades generadas. El primer proceso garantiza la adecuación empírica, el alojamiento de esos fenómenos en algún modelo de la teoría, el aspecto básico y la condición necesaria del éxito, y el segundo tiene como objetivo recuperar el importe empírico, la informatividad y el poder predictivo.

En concreto el primer proceso es un episodio de aplicación del *método de solución de problemas*: incorporando estructura profunda, o ‘embedding’. El ejemplo propuesto en estas mismas páginas es el de la incorporación newtoniana de estructura profunda respecto a la mecánica cartesiana, que pretendía restringir todas las magnitudes básicas a aquellas definibles a partir sólo de las nociones de espacio y tiempo (y ni siquiera esta última magnitud juega un papel importante en el esquema de Descartes), las magnitudes cinemáticas. El éxito de la mecánica requería que los valores posteriores de las magnitudes básicas dependieran funcionalmente de los primeros valores. Pero no existe tal función. La funcionalidad en la descripción de la naturaleza fue restablecida por Newton, que introdujo las magnitudes adicionales de fuerza y masa, los parámetros ocultos que permitieron el avance de la mecánica. Aclara van Fraassen, que aquí parámetros ocultos no quiere decir falta de acceso experimental, sino que en la solución aparecen parámetros que no estaban en la formulación del problema.

²²⁷Así lo señalan Hacking (1984) y Suppes (1962) y (1974), pero también en los trabajos historiográficos de G. Holton (1978) quien incide en el papel de la imaginación en la ciencia o la reciente compilación de Leplin (1995) sobre la creación de ideas en física.

La simetría no interviene en el primer momento creativo, su función es la de servir de guía de los posibles caminos a seguir una vez ha comenzado el proceso de teorización, tratando de incorporar la máxima metodológica de que semejantes problemas obtienen una solución semejante. Pero no parece haber intervenido tampoco cuando en la solución aparecen parámetros nuevos como en el ejemplo. En este caso el problema definido en base a las simetrías esperadas no tenía solución: no existe una consideración determinista de la mecánica fundada sólo en parámetros cinemáticos, como pretendía Descartes.

En otros textos²²⁸, ahondando en la cuestión de la descripción de la actividad científica, sus métodos, y el diseño de diferentes interpretaciones posibles de los fenómenos según la teoría propuesta, señala que lo interesante en el caso de varias hipótesis alternativas equivalentes empíricamente, no es resolver el conflicto cuanto antes, sino por el contrario, es este uno de los núcleos más importantes de creatividad al poder mostrar las distintas formas en que puede ser el mundo según la teoría propuesta para interpretarlo. La ampliación del conjunto de modelos de la teoría es la tarea principal de los científicos, y los métodos o estrategias metodológicas tales como la simetría muestran esas posibilidades, no sólo porque muestran las líneas de solución de un problema sino también problemas a explicar cuando las simetrías esperadas no se dan de hecho. El ejemplo²²⁹ del impacto intelectual del joven E. Mach al aprender que una aguja magnética se desvía de un cierto sentido a derecha o a izquierda, si se cuelga paralela a un hilo por el que pasa una corriente eléctrica en una dirección determinada; siendo la situación definida desde el punto de vista geométrico y físico perfectamente simétrica, incluyendo la corriente eléctrica y los polos norte y sur de la aguja magnética, con respecto al plano E determinado por el hilo conductor y la aguja, el comportamiento de ésta debía ser similar al del asno de Buridán incapaz de decidir entre dos haces de heno perfectamente idénticos, o como una balanza de brazos iguales en perfecto equilibrio si los pesos suspendidos sobre ellos son idénticos. La violación de la simetría debía ser explicada. Y la reacción inmediata es postular

²²⁸ Nos referimos a van Fraassen y Jill Sigman (1993) y van Fraassen (1994b).

²²⁹ Citado por van Fraassen de la obra clásica de Hermann Weyl (1951)

una asimetría profunda, después de todo si el asno se dirige a uno u otro montón de heno es porque existe alguna asimetría, aunque no sepamos cuál es, en la comida, en su mente, en su memoria, en su cerebro, o lo que sea²³⁰. La explicación es requerida, otro problema es si los compromisos con la simetría es sólo a nivel metodológico, o son ontológicos.

Pero una vez aceptamos el indeterminismo en nuestro universo, podemos admitir y explicar que suceden eventos individuales por ninguna otra razón más que el azar. El ejemplo que propone analizar van Fraassen para ilustrar este aspecto es el caso de la emisión de dos fotones por un átomo de calcio al decaer a un nivel inferior de energía, y los frustrados intentos de explicar el comportamiento perfectamente simétrico que presentan cuando no parece haber ningún nexo entre ellos, ni argumento causal alguno que explique tal comportamiento. En concreto, si son emitidos en diferentes direcciones, a derecha y a izquierda donde hay situados perpendicularmente unos filtros, la medición de la ocurrencia del traspaso del fotón emitido en cada filtro establece unos porcentajes determinados, pero si se comparan ambas tablas de ocurrencia del suceso se puede inferir que extrañamente uno de los fotones atraviesa el filtro sólo cuando el otro no lo hace. Inmediatamente estamos dispuestos a eliminar la hipótesis del azar, y establecer que de alguna forma deben estar “pre-programados”, para buscar tal clave del comportamiento de los fotones. Se introducen variaciones del experimento, condiciones en las que sea difícil hablar de tal pre-programación, y ello hace que los porcentajes varíen, pero permanece invariante el hecho de que un fotón atraviesa el filtro justo en el caso en el que el otro no lo hace, parece que el fotón sabe lo que el otro está haciendo y que hay una “elección correcta” para cada fotón y la realiza. La comunicación física entre los fotones debe ser rechazada como explicación plausible, y decir que la asimetría relevante es el comportamiento observado en el filtro derecho, sería tanto como decir que puede haber influencia sin comunicación (¡telepatía!). Rechazando la posibilidad de admitir condicionantes no físicos, surge la inclinación a decir que a

²³⁰ van Fraassen (1988 a), 389.

pesar de todo *debe haber* una razón física oculta, un parámetro oculto que dota a la situación de los filtros de una asimetría local profunda. Esta reacción, concluye van Fraassen, expresa perfectamente el instinto metafísico, instinto que reflejan muy bien aquellos filósofos convencidos de la estrecha conexión entre ciencia y los tópicos tradicionales de la metafísica.

6.3 Simetrías y realidad

Los filósofos que no quieren abandonar el lastre de la tradición metafísica están convencidos de que la ciencia es una empresa de descubrimiento de la estructura profunda y real del mundo que se manifiesta de forma incompleta e imperfecta en la pequeña parte que los seres humanos observamos o discernimos. Así, cuando algo no esperado sucede, tal como en el ejemplo de los fotones, la respuesta es postular la existencia de algún mecanismo profundo causal que de cuenta de la asimetría, ya que si esto pasa, *debe haber una razón para ello*, debe haber una explicación.

Van Fraassen ofrece una caracterización diferente del filósofo de la ciencia y sus compromisos con una idea de realidad bien diferente, obviamente sienten las mismas inclinaciones e intuiciones que los realistas, pero les conceden un peso muy distinto, esos principios intuitivos, no dan información acerca de cómo es el mundo, son sólo guías para la teorización, máximas para la construcción de modelos²³¹.

Los argumentos de simetría tienen ese maravilloso aire de lo a priori y halagador que William James llamó el sentimiento de racionalidad. Y son a priori, y poderosos; pero ellos nos llevan desde nuestra posición inicial de riesgo

²³¹ van Fraassen (1988a), 390

*empírico, a un punto final donde se mantiene exactamente el mismo riesgo. El grado de falibilidad empírica permanece invariante.*²³²

En otras palabras, una vez que la situación ha sido modelada, los requerimientos de simetría no llevan hacia una única solución, o al menos hacia un camino ya muy trazado hacia esa solución. El modelar, sin embargo, implica haberse comprometido, implica haber realizado asunciones sustantivas: una selección implícita de ciertos parámetros como relevantes, y una asunción tácita de la estructura del parámetro espacial. Esto es, como táctica para la construcción teórica decidimos concentrarnos en modelos que son lo más simétricos posible, pero los argumentos de simetría no pueden ponerse en práctica hasta que no hayamos comenzado el proceso de teorización.

*Tan pronto como hayamos recorrido el primer paso las simetrías nos arrastran a lo largo de una poderosa corriente, pero la naturaleza podía haber demandado otro primer paso, o la embarcación en una corriente diferente*²³³.

*Por otro lado, los hechos son ambiguos, nuestros modelos de los hechos no son ambiguos, no pueden ser mejores. Elegir uno es por lo tanto un riesgo, pero eliminar el riesgo es cesar de teorizar*²³⁴.

Las leyes por lo tanto, son sólo leyes de los modelos, principios básicos de nuestras teorías, ecuaciones fundamentales, entre esos principios están las simetrías ocupando un lugar preeminente, y están estrechamente relacionadas con las leyes de conservación. Estos elementos de las teorías, señalados como las partes más fundamentales, no reflejan un aspecto especial o diferente de la realidad, tal como las “leyes de la naturaleza”, es sólo el contenido de una teoría,

²³² van Fraassen (1989a), 260-261

²³³ Ibid., 317. Se puede considerar desde este punto de vista al estructuralismo como un caso que ejemplifica esta característica sólo que aplicado no a la naturaleza sino a la reconstrucción de las teorías científicas, modelando, iniciando el proceso a partir de una selección y definición de las condiciones de modelaje, las simetrías emergen gracias a la teoría de conjuntos, la elección de esta corriente, sin embargo, es sólo una entre las posibles.

²³⁴ Van Fraassen (1989 a), 317

la información que contiene y no su estructura lo que tiene la propia o relevante *adequatio ad rem*.²³⁵

La *deconstrucción* del lenguaje e ideas expresadas por los filósofos que han dedicado importantes estudios a la cuestión de las leyes y su definición acudiendo a las ideas básicas de universalidad y necesidad, nos muestra los compromisos más básicos adquiridos por los filósofos en sus entrenamientos como tales. El análisis llevado a cabo por van Fraassen muestra el poco acuerdo que hay sobre estas cuestiones. Así por ejemplo, una ley debe ser universal, pero algunas de las leyes más firmemente establecidas tienen un alcance propio muy limitado. La réplica es la de que son universales en la forma expresada en la proposición: “Todo...es tal que...”. Pero ahora parece confundirse la ley con la forma lingüística de una ley, que se toman como equivalentes. Las objeciones pueden expresarse en el lenguaje familiar al científico: esta forma no es invariante bajo transformaciones lingüísticas que preserven el significado. Esto es, una proposición de esta forma puede ser lógicamente equivalente a otra que no tenga esta forma. Y los análisis en términos de transformaciones e invarianzas pueden ayudar al filósofo a aclarar estas ideas, aunque concluye van Fraassen que cualquier refinamiento de estos tratamientos acerca del lenguaje y la forma no solucionan el problema fundamental de la creencia en las leyes y su universalidad. Por otro lado, la idea de universalidad que maneja la ciencia no parece poder expresarse en la forma lingüística que pretenden los filósofos.

La segunda idea asociada a la de ley es la de necesidad. Expresa la idea de que las leyes no dicen lo que pasa, sino lo que debería pasar y es la terminología del discurso sobre los mundos posibles la usada para definir lo necesario: es lo que es verdadero en todos los mundos posibles, teniendo en cuenta que actual es lo que es verdadero en nuestro mundo, contingente es lo que es actual pero no necesario, y posible lo que es verdadero en al menos un mundo posible. Los mundos posibles son aquellos, lógicamente concebibles, que estarían

²³⁵ Ibid., 188

en conformidad con las leyes, ya que éstas no determinan unívocamente el mundo que actualmente existe.

Todo este análisis o estilo de razonamiento no hace una distinción fundamental: la distinción entre leyes de la naturaleza y leyes de la física o de una teoría. Si hay leyes de la naturaleza éstas han estado ahí desde siempre, pero la física es una cuestión muy reciente, construye teorías y las leyes son sus principios. Sugerir que estos principios de las teorías que diseñamos reflejan las leyes de la naturaleza refleja un optimismo desbordado propio de los diseñadores de la ciencia moderna convencidos de la transparencia de la naturaleza y del poder de la razón y el método científico para desentrañar pieza tras pieza las claves del funcionamiento de la máquina. Pero la misma ciencia nos ha enseñado a no considerar que la naturaleza sea tan determinista y al mismo tiempo a no considerarnos tan omniscientes.

Las leyes son una clase importante de teoremas, puede decirse que los mundos conformes con la teoría son aquellos en los que todos los teoremas son verdaderos, pero no todos los teoremas son llamados leyes. ¿Por qué? ¿En base a decisiones de los científicos?. Además otro tipo de cuestiones también pueden ser señaladas tales como el carácter histórico y contextual de la utilización del concepto de ley, un concepto que es utilizado por los monarcas absolutistas en un marco sociopolítico que debía ser ordenado a través de la promulgación de leyes de obligado seguimiento. La analogía entre la actuación del monarca absoluto ordenando la sociedad y la de Dios ordenando el mundo gracias a las leyes de la naturaleza perfectamente cognoscibles por los seres humanos permite a Descartes sentar las bases de la filosofía mecanicista. Pero el concepto de ley no sólo tiene un carácter histórico y contextual en este sentido, además algunos principios básicos son llamados leyes y otros no sin que haya una razón a la que podamos acudir para establecer alguna diferencia basada en el alcance universal o necesario de tal teorema, tampoco está muy claro que puedan hacerse distinciones intrateóricas significantes entre partes de una teoría que describen lo que es posible y necesario y aquellas partes que incluyen verdades contingentes. Lo que

es evidente, a juicio de van Fraassen es la falta de claridad en todos estos debates sobre la naturaleza de las leyes, en todo caso la recurrencia a las modalidades no hace más que proyectar unas potencialidades inherentes a nuestros modelos²³⁶ en el fondo de la realidad. Una proyección del todo innecesaria.

6.4 ¿Y la causalidad?

Entre las críticas elaboradas por algunos filósofos relevantes a las ideas expresadas por van Fraassen en *Leyes y simetría*, están las proferidas por Nancy Cartwright. En su obra más representativa *How the laws of physics lie*, establecía que la causación si que podía ser la piedra de toque fundamental en la que basar un concepto de ley perfectamente defendible: tenemos experiencia directa de procesos causales en la realidad observable y es expresada en leyes fenomenológicas e indirecta de la existencia de tales procesos a nivel inobservable expresada en leyes teóricas. La realidad de las causas que hacen que sus efectos sucedan es difícil de negar, aunque Cartwright no cree en las leyes teóricas pero si en las entidades teóricas, ya que aceptar una explicación en la que estas estén implicadas significa admitir la causa. Respecto a las leyes la cuestión es diferente, unas leyes se explican a otras²³⁷.

²³⁶van Fraassen afirma que no hay modalidad en la descripción científica del mundo. El debate sobre la modalidad es un debate filosófico importante pero concerniente al lenguaje no al contenido de la ciencia o la estructura del mundo. Esto sitúa el problema a nivel de la filosofía del lenguaje, ésta es la encargada de explicar el uso y estructura del lenguaje modal, pero no es un problema de la filosofía de la ciencia, eliminándose de esta forma todo posible discurso metafísico sobre si esos mundos posibles alternativos son o no reales. Van Fraassen (1989a) es contundente en este aspecto como hemos mostrado en la polémica que mantiene con Lewis y Armstrong. Análisis más tempranos del concepto de modalidad se ofrecen en van Fraassen (1977a), (1978), (1979b) y (1981b).

²³⁷ N. Cartwright (1983), 99. La imagen que propone, sin embargo en su texto más reciente, es la de un 'patchwork' de leyes, esto es, la naturaleza está gobernada en diferentes dominios por diferentes sistemas de leyes no necesariamente relacionadas unas con otras en ninguna forma sistemática o uniforme. (N. Cartwright, 1999, 31)

Cartwright²³⁸ cree desde su realismo de entidades que la estructura o algunos elementos de los modelos representan este hecho básico de la causalidad. Van Fraassen cree que no, que el espacio-tiempo ‘múltiple’, y los resultados numéricos probabilísticos, son fácilmente localizables en los modelos pero no se corresponden con nada real, dicho de otra forma, cualquier jerarquía que podamos detectar en un modelo no refleja una estructura jerárquica de hechos, que reflejen leyes de la naturaleza o meras regularidades. Respecto a las causas, cree van Fraassen que los modelos que proporcionan los científicos no contienen estructura específica que represente las relaciones causales, o algún elemento que permita distinguir entre causaciones y eventos similares que no sean causaciones. Cartwright defiende que si los modelos contienen partes que representan objetos ordinarios de nuestro alrededor (tales como gatos, y gatos lamiendo leche) entonces también contienen partes que representan causas. La cuestión todavía debatida es si la distinción causas-no causas no es recuperable del modelo. Algunos modelos de la teoría de grupos contienen partes que representan, por ejemplo, empujones de chicas grandes a sus hermanos pequeños, pero la teoría de grupos no nos proporciona recursos para distinguir estos empujones de los proporcionados por los pequeños a sus hermanas mayores. La distinción ha de hacerse fuera de la teoría. Continúa van Fraassen en su argumentación concluyendo que si Cartwright quiere hacer una distinción extracientífica entre causas y no causas, ella puede describir modelos suministrados por la ciencia en términos de esas distinción. Pero debe ser una descripción de “variable oculta” ya que debe pensar las estructuras que los científicos usan para modelar datos como partes de estructuras mayores y más articuladas que contengan la distinción que ella hace.

²³⁸ En N. Cartwright (1989) ofrece una completa defensa de que la causalidad es una característica objetiva de nuestra imagen científica de la naturaleza. Causas y capacidades son ineliminables ya que forman parte de tal imagen científica y utiliza esta expresión justo en el mismo sentido utilizado por W. Sellars (1963) y recogida por van Fraassen (1980a), para denotar el ‘mundo construido’ por la ciencia a diferencia del mundo de la experiencia cotidiana. Aún así, defiende, las leyes reflejan, en cierto sentido, las tendencias o capacidades naturales aunque la forma de establecerlas no es acudiendo a las leyes sino a los métodos y usos de la ciencia. Un análisis de la metáfora de la ‘imagen manifiesta’ de W. Sellars se encuentra también en van Fraassen (1975 a).

Sí es cierto, admite van Fraassen, que cuando los científicos describen el mundo lo hacen en términos del discurso causal, pero que esto no es sorprendente si se piensa que la mitad de la ciencia es ciencia aplicada, y el lenguaje usado en la otra mitad es adaptado de formas de discursos preexistente que se exportó desde nuestras consideraciones prácticas del mundo. Pero, continua van Fraassen, no cree que hagamos justicia a este hecho acerca del discurso científico reificando sus términos, o diseñando una ontología de causas, no más que otra de leyes.

Capítulo VIII

La actividad científica como práctica interventora e interpretativa del mundo.

We are born by accident into a purely random universe. Our lives are determined by entirely fortuitous combinations of genes. Whatever happens, happens by chance. The concepts of cause and effect are fallacies. There are only seeming causes leading to apparent effects. Since nothing truly follows from anything else, we swim each day through seas of chaos, and nothing is predictable, not even the events of the very next instant.

Do you believe that?

If you do, I pity you, because yours must be a bleak and terrifying and comfortless life.

R. Silverberg, *The Stochastic Man*²³⁹.

Los elementos interpretativos que entran a formar parte de una teoría científica, las diferentes interpretaciones que una teoría científica admite, y finalmente, nuestra interpretación de la actividad en que tales teorías científicas se

²³⁹ Citado por van Fraassen (1981b), 189

producen configuran el núcleo de problemas en los que la interpretación juega un papel predominante y a los que una filosofía de la ciencia que pretende ofrecer una comprensión de la actividad científica no debe desatender.

Es cada vez más admitido que la ciencia es una actividad interpretativa y constructiva, que debe abandonar la ilusión de la verdad por correspondencia e incluso la ilusión de un único marco teórico unificado. Y lo cierto es que ello la acerca en gran medida a las actividades artísticas²⁴⁰, sujetas a interpretación y construidas desde la interpretación. También la creatividad y la imaginación, conceptos tradicionalmente situados en las antípodas de la objetividad científica, se sitúan ahora en el centro de los debates acerca de las características de la actividad científica. Arte y Ciencia han diluido sus límites, ambas son actividades interpretativas y constructivas, diferentes sólo en los instrumentos necesarios para llevar a cabo su tarea y en los objetivos a materializar. Pero la ciencia es eficaz, y tiene éxito, un éxito espectacular innegable, y que debe ser explicado, porque aunque los conceptos de causa y efecto sean falacias, aunque no existan leyes de la naturaleza y que lo que suceda de hecho lo haga por azar, nuestro mundo no es un caos y nuestra ciencia es capaz de predecir.

1. La idea de representación y el modelo del mapa.

La idea tradicional de ciencia como representación choca inmediatamente con una serie de problemas que podemos señalar analizando los principales valores relacionados con la actividad representativa: la precisión suele ser presentada como el objetivo más importante, pero lo cierto es que la relación entre lo representado y la representación es una cuestión de grados, aunque sólo sea porque el otro valor asociado, el de la completud, es irrealizable, en el sentido

²⁴⁰ Esta tesis es desarrollada por van Fraassen y Jill Sigman (1993), 73-99 y van Fraassen (1994b), 169-187

de que lo representado es seleccionado *de lo que puede ser* representado. Así, hemos de admitir que el criterio de precisión presupone un contexto en el cual se han llevado a cabo decisiones, aunque la cuestión de la selectividad no es arbitraria y puede ser evaluada como apta, incompleta e incluso sesgada. De esta forma, aún al más básico nivel: qué representar y qué aspectos, la representación debe definirse como una actividad intencional, convencional en la selección de aspectos, y cuya precisión es decidible, y es relativa, por lo tanto, al contexto establecido por los elementos precedentes²⁴¹.

Un matiz diferente puede introducirse si hablamos no ya de “representación de” sino de “representación como”²⁴², y ésta no puede reducirse conceptualmente a la anterior ya que si bien la primera no está exenta de elementos interpretativos tal como hemos señalado, la interpretación se convierte en central en el segundo caso. La simplicidad de la idea de mera representación en el sentido paradigmático de proyección geométrica se pierde. La “representación como” es construida y tal construcción no es única, un mismo aspecto seleccionado puede ser representado de varias formas ya que el comportamiento de los fenómenos permite diferentes interpretaciones. Newton representó el sistema solar de forma precisa en muchos aspectos, aquellos que él seleccionó para su presentación y lo representó como lo que nosotros ahora llamamos un sistema mecánico newtoniano, más tarde Einstein lo representó como un sistema mecánico relativista, y ahora la representación era incluso mejor. La conclusión es que los fenómenos admiten ambos tipos de interpretación (es relativamente fácil decir que algo es verdadero, pero es imposible decir todo lo que es verdadero de un determinado asunto). Dicho de otra forma, los fenómenos admiten ser clasificados como modelos de sistemas newtonianos, o einstenianos, y en lo que ambos estaban equivocados fue el pensar que sus interpretaciones de los hechos encontrados eran únicas.

²⁴¹ van Fraassen (1994b), 171

²⁴² Ibid., 171 y ss. También en van Fraassen y Jill Sigman (1993), 76

Ronald Giere admite todas estas consideraciones acerca de la representación y en su última obra *Science without Laws*,²⁴³ sostiene un realismo perspectivista y naturalista donde, jugando con el modelo del mapa como paradigma de representación que debe incorporar elementos interpretativos o, mejor, cuyo uso requiere interpretación, define la actividad científica como una tarea deliberada de construcción de modelos que son parciales, ya que no pueden captar más que limitados aspectos de la totalidad extraordinariamente compleja en que parece consistir la realidad, que son tentativos y falibles y que en gran medida, son el resultado de *ver las cosas desde cierto ángulo*, de ahí el perspectivismo.

El modelo del mapa aglutina muchas de las características representacionales que identificamos en la relación teoría-mundo, o mejor, nos ayuda a comprender cómo representa la ciencia el mundo. Lo primero que debemos anotar es que no existe algo así como un ‘mapa universal’, ni tiene sentido preguntar si un mapa es verdadero o falso y lo mismo podemos decir de la ciencia. Las virtudes representacionales del mapa son diferentes:

- a. Un mapa es más o menos preciso, más o menos detallado, o en mayor o menor escala. Además,
- b. Se requiere la puesta en práctica de una gran cantidad de convenciones humanas tanto para su realización como para su uso, y sin tales convenciones y su comprensión no hay más que líneas en un papel.²⁴⁴

Pero los mapas son mapas *acerca de algo*, y a pesar de todos los elementos interpretativos, la falibilidad, las convenciones y las limitaciones, eso es lo que hemos de resaltar desde el punto de vista realista, que a través de este tipo de actividad se accede de forma genuina al conocimiento de determinados

²⁴³ R. Giere (1999).

²⁴⁴ Ibid., 25.

aspectos de la realidad. Los modelos que los científicos construyen, afirma Giere, representan varios aspectos del mundo y si bien la relación ya no es definida en términos de Verdad sino de similitud en grados y aspectos determinados en analogía con el modelo del mapa, ésta supone una auténtica relación con el mundo. Un mundo cuya existencia ahora no debe justificarse de forma trascendental o a priori, basta con ilustrar que la máxima metodológica que guía la construcción de modelos: *actúa como si el mundo fuera de esta forma*²⁴⁵, produce el espectacular éxito de la ciencia actual.

Lo cierto es que la confianza en la existencia del referente, más allá del mundo de lo empírico, está basada en la suposición de que existe un mundo único y que tiene una estructura determinada, y aunque la perspectiva naturalista nos prohíba ofrecer argumentos trascendentales, convirtiendo tal supuesto en regla metodológica, y aunque el éxito de la ciencia sea un hecho innegable, la inferencia de la mejor explicación, recurso ya clásico de los realistas, no disuelve la cuestión del “salto de fe” realista.

Otro punto de vista desde el que analizar lo característico del modelo del mapa, si queremos seguir confiando en que constituye un buen ejemplo de la forma en que la ciencia representa el mundo, consiste en atender al propio acto del uso de un mapa. Aunque Giere mantenga que su poder representacional puede ser atestiguado por cualquiera que haya usado uno para orientarse en un territorio no familiar, lo cierto es que necesitamos información extra que no está contenida en el mapa para usarlo bien. Los mapas no incluyen la información ‘usted está aquí’ a partir de la cual podemos situarnos, e incluso si la contiene, el acto de ‘auto-localizarnos’ respecto a la flecha que indica donde estamos, es algo que no está incluido en el mapa. El acto de la propia localización en, o respecto al mapa no tiene que ver o no es deducible de la mayor o menor precisión de éste, ni puede ser identificado con el contenido de éste ni con la creencia en que cierto mapa ‘se ajusta’ al mundo, ya que no pertenece al terreno de la semántica, sino de la

²⁴⁵ Ibid., 79.

pragmática²⁴⁶. Y es que si queremos, desde la nueva orientación teórica de los estudios filosóficos sobre la ciencia, atender precisamente a la actividad científica y no a la ciencia como cuerpo abstracto de conocimientos aceptados, lo relevante es subrayar que se trata de actividades intencionales contextual e históricamente condicionadas. Los usos de la teoría para explicar, las aplicaciones a la técnica, la interpretación de los datos o la construcción de modelos, son actividades que realiza la comunidad científica y que necesitan de una ‘localización’ de los sujetos respecto al cuerpo de conocimientos o información puesta en juego. Siguiendo con el modelo del mapa, lo característico de éstos, a juicio de van Fraassen, no es su función representativa, con todos los matices que hemos introducido en tal concepto, sino el hecho de constituir instrumentos útiles para la orientación. Instrumentalismo y pragmatismo parecen revivirse en los últimos años y constituyen el punto de partida para una nueva filosofía de la ciencia que busca hueco entre la maraña de relativismos sociologistas²⁴⁷ y el cúmulo de fracasos fundacionalistas.

Por otro lado, el *perspectivismo*, en tanto metáfora visual que asimila al teórico con una cámara con enfoque particular sobre la realidad, o sobre determinados aspectos de ella, pero sin contacto con ella, tampoco constituye un concepto fructífero, a juicio de van Fraassen, para ofrecer una visión adecuada de la actividad científica. R. Giere define esta tarea constructora de mapas o modelos representativos de la realidad como claramente perspectivista, esto implica una tarea deliberada, parcial, tentativa, pero en último término realista ya que, nuevamente, la representación es representación de algo.

²⁴⁶ Van Fraassen (1992), 11

²⁴⁷ La herencia del pragmatismo americano es revivificada por autores como Ian Hacking (1983), y su definición de la actividad científica fundamentalmente como ‘práctica interventora’ productora de conocimiento, en el sentido clásico de W. James. También van Fraassen cita a menudo su deuda con esta tradición e incluso R. Giere, aunque sin subrayar el instrumentalismo y buscando las condiciones de posibilidad de un realismo totalmente renovado.

2. Las interpretaciones de la representación.

Van Fraassen afirma, fundamentalmente en su texto *Laws and Symmetry*²⁴⁸, que no hay conexiones necesarias en la naturaleza, no hay leyes de la naturaleza, ni necesidades, ni bases reales naturales para la posibilidad. Todas estas ideas en realidad, como vimos más arriba, son el resultado de la proyección de modelos familiares o ideas metafísicas preferidas de los filósofos sobre el mundo natural. Es rechazable la creencia en todas aquellas ideas que nos llevan al confort y producen sensaciones de seguridad, postulando un mundo con leyes naturales que los fenómenos obedecen o debieran obedecer ciegamente. Realmente, afirma, nada es necesario y todo es posible.

La ciencia, sin embargo, es nuestra empresa paradigmática de investigación empírica y es altamente valorada, pero no como la adquisición de tal conocimiento verdadero defendido por la mayoría de los realistas. En realidad, al igual que los grandes mitos, la ciencia es cosmológica, proporciona una visión del mundo; ciencia y mito, igualmente, son narrativos y explicativos tanto del orden natural como social, proporcionan marcos categóricos en que cada objeto es situado y entendido, además, sus lenguajes son irreductibles, es imposible traducirlos a un lenguaje más ‘higiénico’ y este, probablemente, sea ese gran punto de acuerdo de toda la filosofía actual de la ciencia: la tarea de los empiristas lógicos de hace 50 años es una tarea irrealizable. El discurso teórico es irreducible, las teorías pueden como sumo ser interpretadas por otras teorías sucesivas. En otras palabras, la inmersión conceptual, igual que en las interpretaciones literarias y míticas, es necesaria. Parece que la conclusión que no debe hacerse esperar más es: la ciencia es un gran mito, el mito de nuestra sociedad actual, ya lo dijo Feyerabend, y es esta la interpretación más plausible teniendo en cuenta tales características.

²⁴⁸ Van Fraassen (1989a)

Parecería que, puestas así las cosas, los constructivistas sociales, ya sean constructivistas epistemológicos o constructivistas ontológicos, según la clasificación ofrecida por R. Giere²⁴⁹ ofrecen un cuadro más plausible de la actividad científica al centrar sus análisis en los valores, creencias e intereses que guían tal proceder, manteniendo en el caso de los primeros un claro agnosticismo acerca de la existencia de las entidades y procesos señalados por los científicos ya que describen que las creencias que sostienen los científicos acerca del mundo están más determinadas por los intereses sociales, interacciones y asociaciones que configuran su comunidad de comunicación que por la supuesta constatación de la existencia de entidades y procesos definidos en las teorías que sustentan. En el segundo caso, se afirma que incluso esas entidades y procesos que se nombran en las comunicaciones científicas están constituidas por las prácticas sociales, interacciones y asociaciones de científicos y que elevar tales constructos a la categoría de leyes universales, afirmar la existencia de entidades inobservables, etc, no es otra cosa que el resultado de la aplicación de la lógica de la retórica propia de la comunicación y divulgación científicas.

El problema de la *reflexividad*, sin embargo, es una grave anomalía para estos estudios sobre la ciencia ya que, en el mejor de los casos, deberían admitir que sus propias creencias acerca de los científicos que estudian están más determinadas por sus propios intereses e interacciones como sociólogos que por lo que realmente esté sucediendo en el grupo de sujetos que estudian.

Ante el panorama ofrecido retrocedemos horrorizados al confort realista, admitiendo que si bien es cierto que interpretación y constructivismo son características de la ciencia, debe haber una única interpretación correcta, de tal manera que gran parte de la actividad científica consiste en eliminar posibles interpretaciones rivales a aquella con la que nos hemos comprometido. Desde la posición de Giere y la recomendación metodológica de proceder como si el mundo fuera único y tuviese una estructura determinada, la existencia de

²⁴⁹ R. Giere (1999), 19.

aplicaciones en conflicto de diferentes tipos de modelos es una indicación de que uno o ambos tipos de modelos no es tan bueno como podría serlo a la hora de representar el mundo y esto es una invitación a ulterior investigación que de como resultado la eliminación del conflicto. Aunque no haya garantía en el éxito de tal empresa esa es la orientación adecuada a juicio de Giere.²⁵⁰

Pero tal imagen de la ciencia y de la actividad científica se pone también en entredicho al echar un vistazo a los problemas de la ciencia actual, o al menos a ciertas ramas de la investigación punta en física fundamental y teoría de la materia. Son cuestiones abiertas de la investigación actual: ¿qué pasa exactamente en una medición en Mecánica Cuántica, cómo interpretar el comportamiento onda-partícula, o cuál es el significado físico de las correlaciones a distancia?. La vaguedad y la ambigüedad son características asociadas a la ciencia actual. La información tiene varias lecturas posibles y existen tensiones entre los significados que se asignan a un mismo significante en diferentes alternativas, incluso pueden estar enfrentados.

Así pues estamos hablando de interpretación a dos niveles: la teoría representa los fenómenos como esto o aquello, y la representación misma está sujeta a más de una interpretación diferente. Los textos de la ciencia son textos abiertos, igual que los literarios o artísticos, pero entonces ¿tienen las interpretaciones de la ciencia un estatus cognoscitivo privilegiado?.

La cuestión filosófica importante es analizar cómo las distintas posiciones filosóficas evalúan tales características como defectos, o como cualidades positivas de la ciencia, presentando, por lo tanto, cuadros alternativos sobre la ciencia y la actividad científica. La filosofía de la ciencia puede definirse así como interpretación de las interpretaciones sobre la realidad.

²⁵⁰ R. Giere (1999), 83

3. La interpretación filosófica de la actividad científica

Un tercer nivel interpretativo se presenta, como hemos anotado, si planteamos qué actitud respecto a la ciencia es más consecuente con las características de la actividad científica y el tipo de teorías que se elaboran si la interpretación y el constructivismo es lo característico a ambos niveles. El debate realismo-empirismo es uno de los tópicos ya clásicos de la filosofía de la ciencia y al que hemos dedicado más arriba nuestro análisis.

Desde el punto de vista realista el objetivo de la ciencia es definido de forma inseparable al valor de verdad: la meta es la consecución de un relato verdadero de lo que sucede tanto en el escenario como tras la escena, por así decirlo, de tal manera que ambigüedad, vaguedad, o ‘huecos’ en el relato, son todos defectos (o contravalores), ya que implican ‘incompletud en la realización’ respecto a esa historia literalmente verdadera del mundo. La investigación, la actividad científica está destinada fundamentalmente a eliminar alternativas, las controversias científicas deben ser resueltas cuanto antes, las interpretaciones en pugna resolverán finalmente a favor de la más certera.

Desde el punto de vista del empirismo, las teorías no necesitan ser verdaderas para ser buenas, sólo necesitan ser precisas en su representación de los fenómenos, la meta principal es la adecuación empírica, pero la equivalencia empírica de diferentes interpretaciones posibles de los fenómenos es también un hecho, debido a la infradeterminación de toda teoría por los datos. Así que las características señaladas y que para el realista son un defecto, son valoradas por el empirista de forma positiva. La ambigüedad no debe ser resuelta eliminando alternativas, *lo interesante no es resolverla sino encontrar las diferentes formas en que puede ser resuelta*, ya que *cada nueva interpretación posible* (de hecho no son tantas) *arroja luz en la teoría, mostrando las distintas formas en que puede ser el mundo según la teoría que pretende interpretarlo*²⁵¹. Cada una de esas

²⁵¹ Van Fraassen (1994b), 181

formas de ver el mundo es potencialmente una nueva forma de responder a nuevos fenómenos inesperados, e incluso no imaginados²⁵², de tal manera que las tensiones creadas son nuevos núcleos de creatividad científica y tecnológica.

Es por ello que podemos definir como lo realmente distintivo de la ciencia no tanto sus contenidos, sus relatos (ni siquiera si se refieren a la realidad ‘real’ o creada por la propia actuación científica y tecnológica), como los métodos, la actividad investigadora, interpretativa, y de prueba. Los valores asociados a la actividad científica tales como reevaluación constante y autocrítica más que el compromiso con un contenido que es cambiante a lo largo de la historia y suponemos seguirá variando (lo que hace que seamos aún más escépticos sobre el tipo de búsqueda del realista) son lo característico de la ciencia, definida ahora como investigación en marcha, como elaboración de preguntas más que establecimiento de respuestas definitivas. Los filósofos realistas desde este punto de vista ‘malinterpretan’ la actividad científica por dos razones:

- a. No admitir interpretaciones rivales y creer que existe la teoría única y verdadera sobre el mundo, y que unas teorías son mejores que otras, por lo tanto, dependiendo del grado de aproximación a tal historia verdadera del mundo, por más que realismos más moderados y constructivos como el de R. Giere, supongan un cierto alejamiento de esta tesis realista clásica.
- b. Centrarse en el contenido de las teorías y su grado de verdad, más que en el método, funciones y actitudes relacionadas con la actividad científica, aunque también es cierto que propuestas realistas como las de I. Hacking, un realismo práctico o transformativo, supone también una excepción ya que no insiste tanto en el conocimiento como en la

²⁵² La influencia de Feyerabend es evidente, la proliferación de hipótesis causa el núcleo de tensiones y conflictos que permiten explicar el progreso científico. También, como argumentaremos al final el parecido de familia es evidente con Longino (1990), cap. 10

práctica científica y tecnológica y la capacidad interventora y modificadora del mundo natural, social o artificial.

Es cierto que un científico debe comprometerse con una interpretación determinada tanto si cree que sólo una es la verdadera como si cree que siempre hay varias posibles porque nuestro acceso al mundo es limitado y está teóricamente sesgado²⁵³ (no tenemos todos los resultados de una medición, nunca vamos a tenerlos todos, nunca mediremos todo lo que es medible, y la emergencia de nueva realidad a explicar es también constante). Su educación dogmática, como definió Kuhn²⁵⁴, le hace ver e interpretar el mundo según los modelos proporcionados por sus teorías, debe seguir ampliando el conjunto de tales modelos y seguir probando a cada nueva aplicación los beneficios explicativos, predictivos e interpretativos de la teoría que sustenta.

Pero el filósofo de la ciencia no tiene que comprometerse a ese nivel, es cierto que se interpretan las teorías literalmente y que se establece un compromiso con el conjunto de suposiciones de la teoría pero, al mismo tiempo, puede mantener un escepticismo y dar cuenta de la ciencia estableciendo que cumple perfectamente con sus objetivos sin suponer la verdad de todo aquello que va más allá de lo empírico y observable, aunque *ver* en la ciencia actual quiere decir también, casi exclusivamente, interpretar signos generados por instrumentos.

4. La práctica interventora: Idealización, Experimentación y Tecnología.

A juicio de I. Hacking, creer en el concepto de representación como eje fundamental de la actividad científica es un error, por muy matizado que esté,

²⁵³ El 'sesgo teórico' a juicio de Hacking es algo que quizá se ha magnificado ya que lo cierto es que tenemos todo tipo de expectativas, prejuicios, opiniones, hipótesis de trabajo y hábitos, unos los hacemos explícitos y otras son implicaciones contextuales, pero si se quiere llamar teoría a cada creencia, protociencia o creencia que puede inventarse la tesis de la carga teórica se convierte en trivial. (Hacking, 1983, ed. cast. 1996)

²⁵⁴ T.S. Kuhn (1961), ed. cast. (1979)

ya que *la ciencia natural desde el siglo XVII ha sido la aventura del entrelazamiento de la representación y la intervención y ya es tiempo de que la filosofía se ponga al día en lo ocurrido en los últimos tres siglos de su propio pasado.*²⁵⁵ Debe pasar la página de la verdad y la representación y enfrentarse a la de la experimentación y la manipulación. Creer en la representación correcta es erróneo ya que las semillas de la representación alternativa siempre están ahí. El debate realismo-antirrealismo se centra en encontrar algo en la naturaleza de la representación que les favorezca y permita erigirse como posición dominante, pero realmente no hay nada en ella que permita tal elección.

Por otro lado, sólo el realismo de entidades, a juicio de I. Hacking es inevitable y ello porque *entidades que en principio no pueden ser 'observadas' son regularmente manipuladas experimentalmente para producir nuevos fenómenos y para investigar otros aspectos de la naturaleza. Son herramientas, instrumentos para hacer y no para pensar*²⁵⁶. Afirma que mantener un realismo de teorías, creer que, por ejemplo, existe una teoría del electrón con la cual todos los científicos están comprometidos realísticamente no tiene fundamento alguno, y si ello sucediera así no significa más que un grupo de investigadores comparten las mismas bases teóricas en su trabajo, pero esto sería un hecho sociológico, no un fundamento para mantener un realismo de teorías.²⁵⁷ El concepto clave es el de manipulación y en la ciencia actual eso es imposible sin la tecnología.

Independientemente de si se considera a la tecnología como ciencia aplicada, si es la ciencia la que se comporta como tecnología aplicada, o si debiéramos hablar de tecnociencia, para todo lo cual encontraríamos casos paradigmáticos, me gustaría señalar aquellas relaciones que pueden establecerse entre las interpretaciones de la ciencia y el mundo empírico a través de la mediación de la tecnología y que, en gran medida, son las que permiten a los

²⁵⁵ I. Hacking (1983) ed. cast. (1996), 174.

²⁵⁶ Ibid., 291.

²⁵⁷ I. Hacking (1984), 157.

constructos teóricos tomar tierra y reivindicar la eficacia en sus objetivos explicativos o predictivos.

El primer nivel constructivo es el de los sistemas físicos, éstos estrictamente son idealizaciones del mundo de los fenómenos, una segunda idealización nos proporciona las ‘apariencias’ (en términos de Van Fraassen): modelos de datos resultado de outputs tecnológicos, resultados experimentales, datos de mediciones, y que proporcionan la base de contrastación de la teoría. En este sentido, el paralelismo con Hacking es evidente ya que éste mantiene que las teorías no se comparan con el mundo, sino con los fenómenos producidos e incluso creados en el laboratorio. En cualquier caso, lo relevante es que la teoría se contrasta con esto y es, además, lo que la teoría debe explicar. El hecho de que recurra a postulación de entidades inobservables y cuál es el compromiso epistemológico derivable de este proceso no debe oscurecer tal relación donde lo importante es la eficacia en la correspondencia.

Un segundo aspecto relevante en la relación ciencia-tecnología es aquella que puede establecerse al nivel de la construcción teórica, y la relación dialéctica entre teoría y experimentación. La experimentación y, por lo tanto, la tecnología asociada a ella, juega un rol evidente en la construcción teórica al ser la encargada de verificar la adecuación empírica de una teoría, esto es, verificar si algún modelo de ésta representa de forma satisfactoria los fenómenos. Pero juega un segundo rol aún más interesante y que a mi juicio supone uno de los principales impulsos a la innovación tecnológica: es la faceta de guía de la construcción teórica. Cualquier teoría, a medida que se va desarrollando va dejando ‘espacios en blanco’ que deben ser rellenados para continuar con el proceso. En vez de hacerlo a través de conjeturas o hipótesis y luego verificar, lo que se hace es diseñar un experimento que muestre *cómo sería rellenado ese espacio en blanco si la teoría fuese empíricamente adecuada*²⁵⁸. Nuevamente la

²⁵⁸ van Fraassen (1980 a), 75. Se subraya el carácter dialéctico de la relación teoría-experimento, inextricablemente unidas en el proceso de la construcción teórica. Aspecto que también es analizado por Hooker considerando a la tecnología, desde su realismo evolucionista y

eficacia de tal búsqueda señala el avance y la dirección de la investigación. En tal proceso, además, la inventiva tecnológica es puesta a prueba.

Por último, en la faceta aplicada, la ciencia y la tecnología muestran su carácter diferenciador. La concepción de la ciencia o mejor, de las teorías como conjuntos de modelos aplicables a los fenómenos supone no pocos problemas a las concepciones semánticas, para salvar la crítica de cierta autovalidación o autojustificación de la teoría al aplicar sus modelos a una realidad construida en sus términos²⁵⁹. Por su parte, el ámbito tecnológico artefactual puede ser evaluado como el resultado exitoso de la puesta en práctica de modelos de diversas teorías, así, por ejemplo, algunos modelos de teorías médicas junto con modelos de teorías físicas permiten desarrollar tecnologías médicas apropiadas para astronautas. Nuevamente, en este caso, la teoría parece obtener a través de este proceso cierto estatuto de veracidad si alguno de sus modelos puede ser ‘usado’ junto con algún modelo de otra teoría para provocar nueva realidad, para innovar, y este hecho se convierte en un nuevo argumento para el confort realista (la eficacia, el éxito como base de la creencia realista en la verdad de la teoría, las leyes implicadas o la hipótesis teórica elaborada).

naturalizado, como un procedimiento sistemático o proceso que amplía algunas capacidades humanas lo que permite una amplificación de las capacidades epistémicas humanas. Enfatiza la importancia de la tecnología para la ciencia: a) porque permite ampliar el cuerpo de información básica, a través de un microscopio electrónico, por ejemplo; b) como apoyo metodológico para la contrastación teórica, c) como generadora de nuevos conceptos, por ejemplo, los modelos cognitivos computacionales. Y d) proporciona nuevos recursos para los procesos de institucionalización de la ciencia: nuevas comunicaciones, soportes técnicos, etc. A la inversa, hay un impacto directo de la ciencia en el diseño y evaluación de tecnologías. Todo ello constituye una relación dialéctica altamente dinámica entre ciencia y tecnología. (C. Hooker, 1987, 315-316)

²⁵⁹ Valoraremos al final de nuestro recorrido cómo los estudios de laboratorio constatan una ‘vida propia’ de éstos, de tal manera que son teorías de experimento, prácticas estadísticas de análisis de datos etc, las que crean los datos modelados o interpretados por la teoría que pretende dar respuesta a algún interrogante básico. Lo que hace que si bien todas estas prácticas están teóricamente guiadas, no lo están, o no sólo, por aquella que los interpreta y en base a los cuales afirmaremos su adecuación empírica, lo cual salvaría la crítica de autojustificación. Aunque también es cierto que esta ciencia de laboratorio se convierte en estable cuando las teorías y equipamientos de laboratorio evolucionan de tal manera que se van ajustando unas a otras y acaban autojustificándose mutuamente hasta el punto en que no se generan datos no interpretables por aquellas teorías con las que nos comprometemos. (I. Hacking, 1992)

Desde el realismo defendido por I. Hacking, los científicos están completamente convencidos de la realidad de los electrones no porque estén comprometidos con alguna teoría o marco teórico que los incluye, sino porque regularmente construyen nuevos tipos de aparatos que utilizan diversas propiedades causales bien comprendidas de los electrones que permiten interferir en otras partes más hipotéticas de la naturaleza, y la mayor parte de las veces se tiene éxito en tal construcción²⁶⁰.

Argumenta además, que es la estabilidad o permanencia de ciertas características de aquello con lo que se interactúa o sobre lo que se interfiere, sean entidades, procesos, ondas, etc. observada a través de diferentes instrumentos o prácticas experimentales lo que se convierte en signo evidente de su realidad. Así, al espécimen que observamos a través de un microscopio, por ejemplo, lo teñimos con diferentes métodos, lo troceamos, le inyectamos sustancias, lo irradiamos, lo fijamos, lo examinamos usando diferentes tipos de microscopios, y cuando observamos algo que se muestra inestable, lo consideramos artefactual y no real²⁶¹.

Van Fraassen contesta invitándonos a considerar el proceso de construcción de un instrumento científico y el proceso mediante el cual la muestra observada es manipulada constructivamente. El caso de la relación dialéctica teoría-experimentación queda perfectamente ilustrada en este caso. Imaginemos que tenemos diferentes procesos que producen muy diferentes imágenes visuales

²⁶⁰ I. Hacking (1983), ed. Cast. (1996), 294

²⁶¹ I. Hacking (1984), 160. También (1981b). A. Franklin también enfatiza esta faceta 'interventora' del experimentador 'manipulando' el objeto bajo observación al inyectar fluidos al teñir las muestras etc., e ilustra así la estrategia general consistente en predecir lo que será observado después de la intervención si el aparato funciona propiamente o como se espera que lo haga. Si la observación sigue el guión de lo predicho, esto refuerza nuestra creencia en la apropiada utilización del aparato y en sus resultados. Así, si tintamos una célula, su apariencia cambiará y al corroborarlo se fortalece la creencia en la validez de las imágenes del microscopio al tiempo que los procesos de calibración del aparato son también 'corroborados'. (A. Franklin, 1988, 146). Valora también A. Franklin que la experiencia en el uso de sofisticados aparatos incrementa la confianza del experimentados en la validez de sus resultados, pero para convencer o persuadir a la comunidad científica se requieren otros argumentos. (A. Franklin, 1990, 143). En este sentido puede hablarse incluso de la existencia de tradiciones experimentales. (P. Galison, 1987)

cuando interferimos en ellas bajo condiciones similares. Las estudiamos, notamos ciertas similitudes, repetimos una y otra vez las mediciones o experimentos, y vamos descartando las similitudes que no persisten al tiempo que nuestros instrumentos van siendo adaptados en el proceso experimental, para procesar los outputs visuales en una forma que enfatiza y resalta las similitudes persistentes anotadas. Y, finalmente, establecemos que las similitudes persistentes observadas a través de diferentes actuaciones sobre la muestra son demasiado importantes como para que se den por coincidencia, cuando este es el resultado lógico si hemos *seleccionado deliberadamente* a través del proceso experimental justo esas similitudes que afirmamos son tan relevantes, y hemos minimizado o eliminado otras similitudes que no se revelaron persistentes o fueron consideradas artificiales y no reales.

El propio Hacking²⁶² relata cómo la preparación de las muestras en la época en que fueron construidos los primeros microscopios y poco después se convierte en moda entre las damas y señores aristocráticos era un asunto tan complejo que con creces eran más caras que el propio instrumento. El ‘ver’ algo dependía de cómo estuviera construida la muestra, ya que debía tenerse en cuenta hasta ocho tipos diferentes de aberraciones producidas por las lentes, desde las cromáticas a las esféricas, y que había que corregir en ‘lo observado’. Lo que suponía decidir qué era lo real y qué lo artificial. Y en este caso todavía hablamos de lentes, imaginemos la creciente complejidad cuando los microscopios que se usan de forma generalizada hoy son los electrónicos.

Desde el punto de vista del empirismo, el análisis de la práctica científica, al igual que para Hacking, y no del contenido de las teorías o no sólo, es la tarea principal de la filosofía de la ciencia. Una filosofía de la ciencia que, a través de su propuesta define a la ciencia como una práctica cuyo objetivo es la consecución de la adecuación empírica, y cualquier otra virtud demandada tiene un carácter pragmático, tal como la eficacia que hemos señalado, pero las virtudes

²⁶² I. Hacking (1981b), 138 y ss. También en I. Hacking (1983), cap. 11.

pragmáticas no hacen que una teoría sea más verdadera, sólo preferible. Unas teorías son más valiosas o apreciables por nosotros que otras en función de gustos o intereses, o rendimiento tecnológico y es por ello que la aceptación de las teorías tiene una dimensión pragmática. Ahora bien, desde el punto de vista epistemológico aceptar una teoría es hacer un compromiso, el compromiso en gran medida kuhniano con un marco interpretativo de los fenómenos determinado, y una apuesta por que se puede dar cuenta de todos los fenómenos relevantes sin abandonar dicho marco interpretativo. Pero los compromisos, nos recuerda van Fraassen, no son verdaderos o falsos, son valorados o no, reivindicados o no, en el curso de la historia.

TERCERA PARTE

Capítulo IX

Las bases de la aceptación de las teorías. Compromisos, Explicación, Pragmatismo y Racionalidad mínima e instrumental.

We go to science to have our questions answered about the empirical world, for many purposes –not just explanation, but practical control, mere factual curiosity, suggestions for new directions of research, and perhaps others. When a theory can putatively satisfy such needs, we consider that a virtue, a reason for acceptance.²⁶³

1. Aceptación y creencia.

Una teoría científica es el producto más genuino de la actividad científica y que nos permite, precisamente, satisfacer las diferentes prácticas

²⁶³ van Fraassen (1985a), 280.

humanas señaladas. Debe ser, por lo tanto, el tipo de cosa que podemos aceptar o rechazar, creer o no creer, un objeto, en definitiva, para la actitud epistémica o doxástica, la actitud expresada en aserciones de conocimiento u opinión²⁶⁴.

Uno de los tópicos más ampliamente debatidos acerca de la propuesta del empirismo constructivista es el declarado agnosticismo que van Fraassen defiende como la posición adecuada respecto a los contenidos de la ciencia y respecto a la consecución de sus objetivos, más allá del éxito. Es sobre todo una actitud hacia la ciencia, hacia su valor, hacia las condiciones de aceptabilidad y hacia los criterios de definición del éxito. Tópicos respecto a los que se dibuja el hiato entre realistas y antirrealistas como hemos venido subrayando a lo largo de todo el texto.

El realismo científico y el empirismo constructivista no son epistemologías sino *visiones acerca de lo que es la ciencia* y ambas la caracterizan como una actividad con un objetivo al tiempo que definen cuál es el criterio de éxito, de tal forma que la aceptación de la ciencia implica la creencia en que la ciencia consigue tan objetivo. Según la mayor parte de los realismos el objetivo de la actividad científica es la representación veraz o aproximadamente verdadera de los fenómenos que caen bajo el alcance de la teoría. Según el empirismo constructivista el objetivo es la adecuación empírica, la correspondencia entre algún modelo de la teoría y los fenómenos idealizados como ‘apariencias’, tal como ya definimos.

Van Fraassen caracteriza ambas visiones en los siguientes términos: “*según el Realismo científico el objetivo de la ciencia es darnos, en sus teorías, una historia literalmente verdadera de cómo es el mundo; y la aceptación de una teoría científica implica la creencia de que es verdadera*”²⁶⁵. Mientras que, según el empirismo constructivista, “*el objetivo de la ciencia es darnos teorías que sean empíricamente adecuadas; y la aceptación de una teoría implica solamente la*

²⁶⁴ van Fraassen (1989a), 190.

²⁶⁵ Van Fraassen (1980 a), 8.

creencia de que es empíricamente adecuada”²⁶⁶, que lo que la teoría dice acerca de lo que es observable (por nosotros) es verdadero.

Tradicionalmente el Realismo Científico sostenía que tener una buena razón para sostener una teoría es, *ipso facto*, tener una buena razón para sostener que las entidades postuladas por la teoría existen²⁶⁷. Una visión más actual es la sostenida por el realismo constructivista de R. Giere, el realismo evolucionista y naturalizado de C. Hooker o la defendida por I. Hacking para quien sólo el realismo de entidades es inevitable, ya que la manipulación experimental de entidades de forma exitosa constituye la prueba de su existencia. Lo común a estas opciones es el abandono de la teoría de la verdad por correspondencia y la opción por conceptos más anclados a la práctica científica como claves de la elección y defensa de un marco interpretativo de los fenómenos.

Así, por ejemplo, Hooker afirma que formalmente el Realismo Científico es una tesis semántica: si una teoría es verdadera, de hecho existen en el mundo esas entidades que la teoría dice que hay, pero *las condiciones para aceptar una demanda o teoría científica son distintas de las condiciones de verdad de tal demanda o teoría*.²⁶⁸ De esta forma, defender el Realismo no sólo implica insistir en una correcta concepción de la semántica de la teoría sino, además, en que es parte de una consideración coherente del ser humano y el mundo en que vive²⁶⁹. Y el realismo evolucionista y naturalizado ofrece tal consideración mostrando que nuestra actual mundovisión es el resultado de una evolución radial desde nuestra primitiva ignorancia aproximándonos a la verdad a través de la creatividad imaginativa y el ensayo y error, por lo cual ha de admitirse que no hay clases de creencias que tengan el estatus de verdades no revisables.²⁷⁰ En base a ello podemos preguntar ¿cuándo o en base a qué, la comunidad científica acepta una teoría o la elige entre algún número de candidatas?.

²⁶⁶ van Fraassen (1980 a), 12.

²⁶⁷ Así lo defendía Sellars (1963), cap 3.

²⁶⁸ C. Hooker (1987), 34.

²⁶⁹ *Ibid.*, 7

²⁷⁰ *Ibid.*, 22

Normalmente cuando es coherente con todos los datos disponibles y con la mejor teoría disponible. Para un realista como Hooker, la teoría de la verdad por correspondencia, de esta forma, se muestra inoperante a este nivel ya que no escogemos nuestras teorías en base a su correspondencia con el mundo. El criterio de elección es el de coherencia y *“aceptar una demanda o teoría es una decisión pragmática para actuar, como si la demanda o teoría fuera verdadera”*.²⁷¹

Según Van Fraassen, efectivamente la aceptación de una teoría tiene una dimensión pragmática pero, epistemológicamente, la única creencia implicada en la aceptación de una teoría es que es empíricamente adecuada. Ello, además, más que creído es implicado, ya que aceptar una teoría es hacer un compromiso con un programa de investigación, un compromiso con la posterior confrontación de nuevos fenómenos en la estructura de esa teoría, una apuesta por que todos los fenómenos relevantes pueden ser considerados sin abandonar esa teoría²⁷².

De esta forma, la aceptación no es creencia, aunque la aceptación de una teoría implica alguna creencia. Pero si algunas razones para la aceptación no son razones para la creencia, ya que están basadas en la evaluación de la simplicidad, poder predictivo, o elegancia estructural de la teoría, la aceptación no es creencia. En la práctica, además, la aceptación será siempre parcial y más o menos tentativa.

En otras palabras, si formulamos el interrogante básico ¿qué es aceptar una teoría?, debemos responder que la cuestión tiene una dimensión epistémica: ¿cuánta creencia está implicada en la aceptación? Y una dimensión pragmática ¿qué más está implicado en la aceptación?²⁷³. Aceptar una teoría como empíricamente adecuada implica creer sólo que es verdadera respecto a lo observable, al mundo accesible empíricamente, y mantener un agnosticismo respecto a todo aquello que va más allá de lo actual y observable. Aunque, al

²⁷¹ Ibid., 34

²⁷² van Fraassen (1980 a), 4; (1980 b), 176; (1985a), 281

²⁷³ van Fraassen (1980a), 4; (1985a), 276 y ss.

tiempo, la aceptación implica un compromiso con un programa de investigación y el proceso de continua construcción de modelos que opten a la representación adecuada de los fenómenos. La aceptación implica una propuesta de admisión de tal hipótesis en el ‘cuerpo’ de la ciencia, aunque posteriormente pueda ser revisada. De hecho la línea que separa la aceptación tentativa de la investigación activa es muy vaga. Desde este punto de vista, tal propuesta de aceptación o inclusión en el marco teórico contribuye a la definición de la investigación, puede constituirse en guía de los compromisos de investigación de la comunidad, puede ayudar a definir los conceptos empleados, etc.²⁷⁴ La aceptación, además, es aceptación de la teoría como exitosa, y esto implica la opinión de que la teoría es exitosa, pero el criterio de éxito no es el de la verdad en todos los aspectos, sino sólo la verdad con respecto a lo que es actual y observable²⁷⁵.

La postura de van Fraassen parecería situarse, a juicio de sus interlocutores realistas, en un plano de más debilidad de compromiso que la realista ya que no explica qué motiva al científico a tomar en serio la parte no empírica de las teorías de la forma en que lo hacen, al tiempo que la cautela se muestra como un pobre programa si tenemos en cuenta que la historia de la ciencia está plagada de ejemplos de científicos que exploran la realidad de una forma cada vez más profundamente teórica.

Esto parece echar por tierra el ingenuo empirismo tradicional pero no el empirismo constructivista de van Fraassen, ya que éste concede la necesidad de la conjetura teórica y de la experimentación y evaluación dirigida teóricamente pero, añade, todos estos factores y consideraciones no son epistémicas, son pragmáticas, cayendo fuera de la propia cognición empírica ya que las virtudes pragmáticas van más allá de la consistencia, o fuerza empírica y no conciernen a la relación entre la teoría y el mundo sino al uso y utilidad de la teoría. Y proporcionan razones para preferir la teoría independientemente de sus virtudes semánticas. De esta forma, la única razón cognitiva para la confianza en la

²⁷⁴ van Fraassen (1983b), 327.

²⁷⁵ van Fraassen (1989a), 193.

adecuación empírica es que esa permanente confianza es puramente pragmática. La otra opción sería la de aceptar los riesgos epistémicos del juego realista, estos riesgos son los de la incursión en la metafísica, riesgo que van Fraassen no está dispuesto a correr propugnando su agnosticismo:

“La filosofía de la ciencia no es metafísica, puede o no existir un nivel más profundo de análisis en el cual ese concepto del mundo real sea objeto de escrutinio y se descubra que en sí mismo es... ¿qué?. Dejo a otros la cuestión de si podemos consistente y coherentemente ir más allá con tal línea de pensamiento. La filosofía de la ciencia puede con seguridad permanecer más cerca del suelo.”²⁷⁶

2. “Los riesgos epistémicos del juego realista”.

Los argumentos realistas se centran en la búsqueda y argumentación de los “signos de la verdad”, signos visibles del éxito representacional de las teorías, del éxito de la empresa científica en general y evidencia de que su éxito no constituye un milagro; garantía de la satisfacción de las demandas de explicación y triunfo de la inventiva humana para superar las limitaciones propias y el acceso a un rango de fenómenos determinados. La racionalidad de la creencia en las entidades y procesos postulados por la ciencia está plenamente sentada observados tales signos.

A pesar del fracaso de la inducción, magníficamente expresada por Hume²⁷⁷, los realistas tienden a justificarla acudiendo a un patrón de inferencia previo: ‘la inferencia de la mejor explicación’. Estableciendo que si bien es imposible formular mediante una regla firme y segura cómo es posible la inferencia desde lo particular a lo general o desde lo observable a lo inobservable

²⁷⁶ Van Fraassen (1980 a), 82.

²⁷⁷ D. Hume (1748).

con plena garantía, es un tipo de argumentación central. En otras palabras, si bien el ideal de la inducción, la existencia de una regla objetiva que permita sostener conclusiones generales a partir de datos concretos, es un ideal inalcanzable, lo cierto es que tal patrón de inferencia constituye nuestro patrón de razonamiento por excelencia no sólo en las cuestiones planteadas por la ciencia sino también en nuestras inferencias cotidianas. Podemos racionalmente ir más allá de la evidencia y la prueba de ello es más que ninguna otra cosa el espectacular éxito predictivo y el poder explicativo de nuestra ciencia. La asunción de la ‘inferencia de la mejor explicación’ supone, así, la perfecta justificación de la inducción.

2.1 La inferencia de la mejor explicación.

Van Fraassen analiza este patrón de inferencia mostrando los supuestos en los que se basa e ilustrando hasta qué punto tal inferencia muestra la confianza tan absoluta que los realistas tienen en la existencia de leyes de la naturaleza²⁷⁸ o principios de orden natural que dan cuenta de la necesidad²⁷⁹. De otra forma el escepticismo es inevitable, quedamos huérfanos de la roca firme en que está depositada nuestra confianza en que los fenómenos seguirán sucediéndose de forma regular y ordenada y el éxito de la ciencia queda convertido en un milagro. Las explicaciones proporcionadas por la ciencia son genuinas explicaciones, y las entidades postuladas existen realmente dado el tremendo éxito de la ciencia.

La regla de la inferencia de la mejor explicación puede ser ilustrada de forma simple: supongamos que tenemos la evidencia E y estamos considerando

²⁷⁸ Es el caso de todos los autores señalados sobre todo en el capítulo dedicado a las leyes: Armstrong, y Dretske fundamentalmente.

²⁷⁹ Nos referimos a R. Giere quien en su última obra, como hemos señalado más arriba, niega la centralidad del concepto de ley aunque no el de necesidad. (Giere 1999).

varias hipótesis, digamos H y H'. Debemos inferir H más bien que H' precisamente si H es una mejor explicación de E que H'.²⁸⁰

Van Fraassen establece que la regla de la 'inferencia de la mejor explicación' pretende ser lo que no es, está basada en malos argumentos, y entra en conflicto con otras formas de cambio de opinión, que aceptamos como racionales.²⁸¹ No es lo que pretende ser si quiere satisfacer el ideal de la inducción, una regla para formar nuevas creencias justificadas en base a la evidencia en una forma objetiva y, además, pretende hacerlo en base a la evaluación de hipótesis explicativas de los fenómenos donde, de nuevo, la explicación es una relación objetiva entre hipótesis y evidencia.

Es obvio que los conceptos 'evaluación' y 'evidencia' no pueden ser ya defendidos sin un olvido de las críticas profundas a que fueron sometidos todos los intentos 'objetivistas' de fundamentación de nuestro conocimiento. Así, tales conceptos están histórica y contextualmente condicionados y creer en la 'mejor explicación' implica al menos tener en cuenta que la 'mejor' hipótesis, o teoría, sólo es una de entre las históricamente dadas y la evaluación previa a la elección implica juicio comparativo lo que, en el mejor de los casos, nos permitiría optar por la mejor de las disponibles pero creer que ésta es, además, la verdadera supone un 'salto de fe' no justificado en base a la evidencia disponible, sin olvidar que esta última es, por lo general, relativa a la propia teoría.

Aún así, van Fraassen señala varias reacciones tendentes a justificar que a pesar de los problemas señalados con la regla de la inferencia de la mejor explicación debe admitirse que juega un rol fundamental en la creación de nuevas creencias a partir de la evidencia. Una de ellas consiste en subrayar la supremacía de 'nuestro genio' vía naturalización, esto es, nuestro probado éxito evolutivo ha sido debido a nuestras capacidades, capacidades cognitivas, entre otras, que ilustran nuestra solvencia. Claro que, el fantasma de la inducción vuelve, una

²⁸⁰ van Fraassen (1980 a), 19.

²⁸¹ van Fraassen (1989a), 142.

nueva teoría no tiene mayor probabilidad de ser verdadera por el hecho de que los que pensamos acerca de ellas mostremos tal éxito en experiencias pasadas. Otro tipo de reacción es el basado en el argumento de la ‘fuerza mayor’, esto es, debemos elegir entre las hipótesis dadas en un momento histórico determinado y ello hace que elijamos la mejor. Es, por otro lado, el patrón de inferencia que el sentido común más avala. Obviamente el sentido común nos dicta elegir lo mejor, *las circunstancias pueden forzarnos a actuar en base a la mejor alternativa que se nos presenta. Pero ello no nos obliga a creer que es, ipso facto, una buena alternativa.*²⁸²

La ‘inferencia de la mejor explicación’ según realistas científicos como R. Boyd²⁸³ constituye el patrón de inferencia con mayor entidad racional, y por ello es utilizada también para defender el propio realismo como una hipótesis empírica que es justificada porque proporciona la mejor explicación científica de las diferentes formas en que los métodos científicos son epistemológicamente exitosos.

2.2 La confianza en la confirmación de la teoría por la evidencia.

El optimismo de R. Boyd respecto a los recursos del realismo científico para constituirse no sólo en la posición filosófica más adecuada para dar cuenta de la ciencia, sino también en la posición más adecuada para explicar por qué la ciencia tiene el éxito que muestra, dado que es el ejemplo perfecto de aplicación del patrón de racionalidad por excelencia, es representativo de las posiciones que gran parte de los filósofos de la ciencia suscribieron sobre todo en los años setenta y ochenta del siglo XX fruto de la crítica al positivismo y empirismo lógico. Pero aún deudora de una concepción clásica de las teorías científicas: un cuerpo de elaboración teórica que es confirmada por la evidencia, o

²⁸² Van Fraassen (1989a), 145.

²⁸³ R. Boyd (1984) y (1985), 3 y ss.

al menos puede ser deudora de ‘un grado de confirmación’ dado un cuerpo de evidencia observacional o experimental. Más explícitamente T es confirmada por la evidencia E significa:

- a. que T recibirá soporte evidencial significativo de E si T representa un “patrón proyectable” en posibles datos observacionales.
- b. Debe haber un control experimental exquisito para evitar la influencia de factores irrelevantes para la defensa de T, esto es, los datos que confirman T deben provenir de “genuinos tests” de la adecuación empírica de T.
- c. Quedaría aún superar el problema metodológico análogo del problema epistemológico de la inducción. Esto es, T tendrá infinitas consecuencias observacionales diferentes y el problema es decidir qué conjunto finito de tales consecuencias son tales que su confirmación proporciona la confirmación del resto.

Es obvio que todas estas consideraciones o prácticas metodológicas son claramente teórico-dependientes pero, continúa argumentando Boyd²⁸⁴, esto hace que el realismo esté aún más justificado. El éxito instrumental de tal práctica metodológica es explicado en base a la inferencia inductiva desde el conocimiento aceptado, no sólo de las relaciones entre observables sino, también, desde el conocimiento de la estructura inobservable subyacente a los fenómenos observables a la conclusión de nuevas hipótesis teóricas.

Un análisis más detallado de lo que, en rigor, puede ser llamado ‘evidencia’ y su rol en la formación de nuevas creencias o aceptación de hipótesis a su luz es el diseñado por Clark Glymour²⁸⁵ quien está especialmente interesado en detallar lo que constituye un buen test confirmacional, qué es lo que constituye la ‘evidencia relevante’ en grados diversos, desde la evidencia relevante débil a la fuerte, y los diferentes items comparativos en la evaluación de teorías. Lo que, en

²⁸⁴ R. Boyd (1985), 4 y ss.

²⁸⁵ Fundamentalmente en Glymour (1980).

rigor, puede ser llamado ‘evidencia’ es ante todo una cuestión de determinación empírica de valores cuantitativos determinados que constituyen la base de los tests a que es sometida una hipótesis, de tal forma que una cada vez mayor y más precisa determinación empírica de los valores exactos de las cantidades teóricas constituye uno de los más importantes medios para construir el soporte evidencial de una teoría. El análisis de Glymour ilumina importantes aspectos de la práctica y metodologías científicas, un análisis que se aleja y dinamita gran parte del discurso tradicional acerca de la confirmación teórica como base de la aceptación de las teorías. Muestra cómo, a diferencia de los esquemas tradicionales, una teoría en desarrollo puede ser más aceptable al poderse construir o poner a disposición de los investigadores más evidencia relevante fuerte que en casos de teorías acabadas, ya que se entiende que, y en esto coincide con la valoración de van Fraassen, la investigación es siempre investigación en marcha, debate continuo acerca de cuál es la mejor interpretación de los fenómenos bajo consideración. De hecho, implica en gran medida, el abandono de la noción de conocimiento como final de un proceso, atendiendo más a una noción de grados de creencia en base a una evidencia que se muestra en un proceso dinámico y continuo de teorización, prueba, etc. y los cambios en los grados de creencia consecuentes con tal proceso continuo y dinámico. Estamos situados ya en pleno debate sobre el bayesianismo que Glymour defiende. La práctica científica no es aquella que suspende la creencia o aceptación de una hipótesis hasta un momento final en que se presente el conjunto total de la evidencia que permite confirmarla o rechazarla, sino que es un proceso de continua toma de decisiones donde lo único que se necesita para tomar decisiones, deliberar y actuar, son unas utilidades esperadas (‘expected utilities’)²⁸⁶. Volveremos más adelante sobre las cuestiones relacionadas con la elección, los cambios de opinión, y el bayesianismo.

En tal proceso dinámico y de continua deliberación, toma de decisiones y evaluación, es posible que incluso ante dos teorías empíricamente equivalentes unos tests propuestos hagan que una de ellas sea en el momento en

²⁸⁶ C. Glymour (1992), 249.

que está siendo sometida a prueba más confirmable, en este sentido de Glymour, que la otra. Puede suceder también que dada cualquier hipótesis pueda incrementarse la evidencia relevante (respecto a la teoría que aceptamos) sin realizar nuevos experimentos al introducir postulados más fuertes, e incluso la evidencia puede ofrecer menos razones para aceptar una teoría T como un todo, que para aceptar una teoría T' más amplia de la cual T es una parte. A veces una historia más larga es más creíble que una corta aunque, al mismo tiempo, incluso al nivel de las más rudimentarias discusiones sobre la probabilidad hemos de admitir que aunque A sustente en gran medida B la conjunción (AyB) no es más probable que B sola.

Tenemos pues, a juicio de van Fraassen²⁸⁷, un dilema que resolver: o la forma en que 'calculamos' el peso de la evidencia puede favorecer teorías o hipótesis menos probables o incluso las más básicas nociones acerca de la probabilidad son erróneas. Realmente, el análisis nos lleva a la conclusión de que la comparación y aceptación teóricas es un asunto de toma de decisiones en situaciones en que el balance y la evaluación se produce entre criterios en conflicto. El conflicto entre el deseo de teorías más informativas, con mayor poder predictivo, más explicativas, con mayor fuerza empírica y el deseo de teorías más verdaderas.

Para van Fraassen²⁸⁸ es esencial, por lo tanto, comenzar la discusión sobre la comparación, evaluación y aceptación de las teorías caracterizando, en primer lugar, las virtudes teóricas, aquellas características de las teorías que nos proporcionan razones para aceptarlas. Estas son de dos tipos: las *virtudes confirmativas*, son las características que señalamos como las formadoras de nuestra creencia en la verdad de la teoría y es equivalente a decir que son precisamente las características que la hacen más probablemente verdadera y las *virtudes informativas* que son señaladas como las características que nos permiten afirmar que una teoría nos proporciona más información sobre el mundo que otra,

²⁸⁷ van Fraassen (1983c), 39.

²⁸⁸ van Fraassen (1983d), 165 y ss.

y señalar si una teoría proporciona alguna información extra sobre aspectos de los fenómenos bajo consideración. Es importante incidir en esta cuestión porque el hecho de que una teoría proporcione más información que otra no la hace más probable de ser verdadera, ya que esto puede hacerla menos precisa y por tanto menos confirmable. Lo que supone que las virtudes informativas y las confirmativas pueden estar en claro conflicto.

La correcta interpretación del conflicto es que precisamente la evaluación es multicriterial y la tensión entre los criterios no tiene resolución desde un criterio de racionalidad epistémico, lo que implica que existen otros tipos de razones para la aceptación²⁸⁹. En otras palabras, la comparación teórica y evaluación tiene aspectos pragmáticos irreductibles.

3. La relativización de la aceptación a los contextos históricos de decisión científica.

El modelo hipotético-deductivo y el rol de la información ya aceptada en la deducción de más consecuencias ante la presencia de nuevos datos, es un método cuya defensa se remonta al siglo XIX. Pero desde el nuevo enfoque semántico, realistas y antirrealistas coinciden en que la comparación teórica y confrontación de la teoría con los datos empíricos es una práctica en gran medida sujeta a tensiones y conflictos a veces irresolubles, de tal forma que confirmación y elección teórica es definida como una práctica más cuasi-política que teórica²⁹⁰. Las ideas sobre el rol y naturaleza de la evidencia dependen de la visión sobre las teorías y nuestro papel a la hora de definir lo que cuenta como evidencia confirmacional de una teoría y por tanto, también, el grado de confirmación

²⁸⁹ Esta sería la consecuencia también del análisis de Glymour (1980), acerca de los tests ya que este muestra que ni siquiera el soporte evidencial es meramente un asunto de determinación de la probabilidad de verdad a la luz de la evidencia. La comparación teórica, la elección, la aceptación no es una decisión tomada una vez ha sido establecido qué hipótesis es más probable. Glymour destruye con su análisis las bases de lo que tradicionalmente hemos definido como teoría de la confirmación. Esta es la lectura que hace van Fraassen del relevante texto de Glymour. (van Fraassen, 1983b, 319-329; 1983c, 27-42 y 1983d, 165-176)

²⁹⁰ Van Fraassen (1983b), 326.

exigido para aceptar o creer una teoría. Desde la concepción semántica, como hemos visto, los modelos teóricos por sí mismos no tienen contenido empírico directamente confrontable, no hacen afirmaciones acerca del mundo sino más bien, son *usados* para hacer afirmaciones acerca del mundo, para elaborar hipótesis teóricas que puedan ser sometidas a *evaluación y decisión*. Así lo defiende también R. Giere²⁹¹ para quien el diseño de un buen test de confirmación de una hipótesis teórica es un proceso físico con propiedades estocásticas especificadas, esto es, con una alta probabilidad de un resultado si H es verdadera y otro si H es falsa. Pero donde lo subrayable de esta cuestión es que las consecuencias epistémicas de uno y otro resultado son tales que si este es favorable *concluimos* que H es verdadera y la *aceptamos* como tal. La racionalidad de tal paso epistémico es abordada desde el hecho de que se ha producido un tipo *de decisión*. Proceso a explicar desde una teoría cognitiva de la decisión que no deje de lado el hecho de que la empresa científica no consiste solamente en un proceso de evaluación de hipótesis a la luz de información disponible sino en un contexto de decisiones guiadas por valores²⁹² cuya consecuencia más inmediata es la de la relativización de la aceptación a un contexto científico caracterizado por esos valores.

¿Por qué hacer entonces tanto énfasis en la cuestión de la observabilidad y correspondencia entre las subestructuras empíricas de los modelos y los fenómenos idealizados como base de la aceptación de las teorías por parte de van Fraassen?. Tal cuestión carecería de relevancia dado el carácter ‘político’ de la aceptación. Evitar el constructivismo extremo definiendo las condiciones de posibilidad de un empirismo constructivista es el objetivo de van Fraassen al incidir en que respecto a lo actual y observable podemos mantener una opinión justificada. ¿Y acerca de lo manipulable?.

Los argumentos más sofisticados del realismo de entidades de Ian Hacking y Nancy Cartwright inciden en la racionalidad de la creencia en la

²⁹¹ R. Giere (1983), 287

²⁹² Ibid., 290.

existencia de aquellas entidades que son manipuladas en la práctica científica y de las cuales se justifica su estabilidad a través de diferentes operaciones o técnicas de medida, y en la creencia de la existencia de aquellas entidades que forman parte de explicaciones causales.

La respuesta de van Fraassen es que la racionalidad de tales creencias no es puesta nunca en entredicho, cualquier posición coherente y no contradictoria es perfectamente racional, otra cuestión es si es requerido racionalmente ir más allá de la aceptación respecto a las entidades inobservables aún cuando los criterios mínimos defendidos por el realismo de entidades sean difíciles de contestar. La manipulación y la relación causal parecen a todas luces unos criterios que pueden ser aceptados aún por un agnóstico como van Fraassen. Pero respecto a estos argumentos basados en la estabilidad y manipulación de las entidades como signos de su realidad responde invitándonos a considerar cuál es el proceso mediante el cual se han desarrollado los instrumentos de observación tales como el microscopio: se diseñan para enfatizar o potenciar aquellas características que consideramos reales, y disminuir aquellas que consideramos artificiales, es el ejemplo de la eliminación de la aberración cromática de las lentes en microscopios y telescopios. Si esto es así no podemos basarnos en la convergencia como evidencia de la realidad de tales características, ya que hemos diseñado tales instrumentos (microscopios ópticos, ultravioleta, electrónico...) para que converjan en esas características que hemos decidido reales y no artificiales con anterioridad²⁹³.

El propio Giere ha defendido que si van Fraassen admitiera los mínimos requeridos por el realismo de entidades, el hecho de que el límite no está en lo observable, sino que en la ciencia actual es más consecuente hablar de lo detectable o manipulable experimentalmente como medida de la existencia de entidades y, por lo tanto, como base de la creencia justificada en las hipótesis o teorías que postulan tales entidades, una gran parte de las diferencias entre

²⁹³ van Fraassen (1985 a), 298

realismos actuales, muy matizados respecto a las tesis realistas más clásicas e ingenuas, y el empirismo constructivista, desaparecerían. Pero tal como ya hemos subrayado en el capítulo dedicado al empirismo de van Fraassen, no debemos olvidar que la mayor parte de las tesis defendidas tiene como origen la reflexión sobre los problemas a que se enfrenta la Mecánica Cuántica, y que si se quiere ofrecer una visión general sobre la ciencia, tales problemas deben obtener una consideración adecuada. El hecho de manipular ciertos tipos de objetos microscópicos no significa que la descripción de lo que se esté manipulando sea correcta. Todo lo que sabemos es que si construimos tecnologías o instrumentos de observación de cierto tipo, obtenemos ciertos efectos regulares en el nivel observacional, y la teoría nos dice que esto es porque la máquina produce electrones en una forma tal que produce ese efecto.

El compromiso con la teoría y con la interpretación literal de los fenómenos en sus términos no debe hacernos perder de vista que de tal compromiso no se deriva más que su aceptación como empíricamente adecuada y, en este caso, el conocimiento del proceso mediante el cual se construyen y utilizan los instrumentos científicos debiera ser suficientemente ilustrativo no ya de cómo debemos aprender a ‘ver’ a través de un microscopio, como nos propone Hacking²⁹⁴, argumentando de esta forma la flexibilidad de la noción de observación, sino del proceso constructivo que está a la base de la más sencilla observación a través de un instrumento científico, proceso idéntico en el caso de que lo ‘visto’ no sea real.

²⁹⁴ I. Hacking (1984), 160 y ss.; (1981b), 132-153; (1983), cap. 11. Ofrece una caracterización del proceso de la observación a través de los microscopios, subrayando la necesidad del aprendizaje de su uso y, como expusimos en el capítulo anterior, la práctica interventora o la interferencia e interacción entre el sistema observado y el observador como prueba ineludible de la existencia de esas entidades y por tanto como la argumentación perfecta en la defensa de su realismo de entidades.

4. Sobre la justificación de las reglas de decisión. El caso del descubrimiento de la estructura del ADN.

R. Giere afirma que el proceso que llevó a la obtención de un modelo correcto de la estructura del ADN es un caso ilustrativo relevante para acometer un examen de las virtudes relativas de realismo y empirismo. Aunque valoraremos que, en realidad, es un ejemplo de cómo el enfoque y la defensa de la tesis realista condiciona el relato histórico.

Relata R. Giere²⁹⁵ cómo siguiendo las técnicas de construcción de modelos tridimensionales de Pauling, Watson y Crick trabajan en el laboratorio Cavendish de Cambridge a partir de 1951, época en la que existe ya mucha información de la estructura de los enlaces químicos de varios átomos y considerable experiencia con las técnicas de difracción con rayos X, estudios que se realizan en el King's College en Londres, aunque no alude a Rosalind Franklin ni a Maurice Wilkins.

Watson y Crick comienzan a construir modelos de la estructura del ADN, no modelos teóricos sino modelos físicos a escala usando barillas de metal, alambres y cartón. R. Giere explica cómo uno de los atractivos de este procedimiento basado en la construcción de modelos es que es un tipo de actividad que puede señalarse como continua con el desarrollo de modelos teóricos usando el lenguaje y las matemáticas. El modelo a escala proporciona una vía satisfactoria de caracterización de un modelo teórico. En este caso, el modelo teórico es un ácido nucleico idealizado con subunidades idealizadas compuestas de idealizados átomos individuales con una disposición espacial determinada. La hipótesis de Watson establecía que las moléculas actuales de ADN eran similares en composición y estructura al modelo teórico.

El tipo de evidencia para tal hipótesis estructural era proporcionada por las técnicas de difracción de rayos-X. Interpretar las placas fotográficas

²⁹⁵ R. Giere (1999), 191-197

significaba “leer” los distintos patrones de difracción como reflejo de la estructura del material. Afirma Giere que nadie en aquel tiempo era capaz de leer de forma directa la estructura del material a partir de la placa fotográfica ya que, en ese caso, la estructura del ADN ya hubiese sido expuesta con anterioridad a la llegada de Watson. Afirma más, una vez que la estructura de la doble hélice fue propuesta, los investigadores del King’s College reexaminaron las fotografías ya en su posesión. Los resultados encajaban sustancialmente con los predichos por el modelo de Watson y Crick Y así fue publicado en *Nature* el 25 de Abril de 1953. En primer lugar, el texto de Watson y Crick y en segundo lugar la evidencia empírica que confirmaba tal descubrimiento.

La hipótesis realista consiste en afirmar que la estructura del ADN es similar en los aspectos relevantes al modelo propuesto y la evidencia es el particular patrón de manchas luminosas y oscuras observado en las placas fotográficas. La regla de decisión establece que se debe aceptar la hipótesis si el patrón observado encaja con lo predicho por el modelo y rechazarla si no es así. Nuestra elección de esta regla de decisión está justificada a su vez por un principio de satisfacción si se muestra que la probabilidad de obtener el patrón es alta si H es verdadera y baja si H es falsa. Uno no necesita saber qué patrones encajan con qué estructuras para reconocer que diferencias estructurales importantes van a provocar diferentes patrones. En este caso, argumenta Giere, esto es aún mas evidente ya que las técnicas de difracción muestran que diferencias muy sensibles provocan esa diferencia. Así, la regla de decisión está plenamente justificada y también lo está la hipótesis realista.

No parece importarle a Giere que se pueda objetar a esta línea de argumentación que la hipótesis realista está justificada porque se asumen otras hipótesis realistas modales, esto es, se apela a conocimiento anterior para determinar cuál sería el resultado probable si H fuera verdadera y si fuera falsa. No se comete círculo vicioso, afirma, porque no se está asumiendo que la hipótesis bajo investigación esté justificada sólo se asume que otras hipótesis

realistas estaban previamente justificadas y el objetivo era mostrar cómo las hipótesis interpretadas realísticamente están justificadas²⁹⁶.

Argumenta Giere que para mostrar la superioridad de la posición realista respecto a la empirista basta con transformar el relato y la regla de decisión en términos del empirismo, esto es, establecer que la hipótesis ahora consiste en afirmar que el modelo es empíricamente adecuado a los fenómenos que se muestran en las placas fotográficas. La regla de decisión está, del mismo modo, plenamente justificada si se acude también a conocimiento anterior aceptado como empíricamente adecuado y se muestra que tal regla de decisión es satisfactoria y que la observación del patrón predicho justifica la hipótesis. Ahora bien, lo que un empirista no puede hacer es apelar al conocimiento de la estructura causal interna de los ácidos nucleicos y sus interacciones con los rayos X para apoyar el juicio de que el patrón observado es altamente improbable si H fuera falsa. Concluye que el conocimiento del empirista se agota en la demanda de que esos modelos son empíricamente adecuados. Y de ahí la debilidad de compromiso y de justificación que el autor observa en la posición empirista de van Fraassen.

Lo cierto es que, vistas así las cosas, disponiendo de ejemplos históricos tan cercanos al patrón ideal: investigación, propuesta de modelos hipotéticos, hipótesis predictiva, y finalmente presentación de la evidencia que corrobora punto por punto la hipótesis, y que hace que nuestras decisiones estén plenamente justificadas, las posiciones realistas, es cierto, no sólo están mejor justificadas, sino que son, además, las únicas que pueden estar mejor justificadas dada la propia secuenciación de la práctica científica presentada por Giere a propósito del relato sobre el descubrimiento de la estructura de la molécula del ADN debida a Watson y Crick.

Pero mucho más a menudo de lo que nos presentan los clásicos manuales de historia de la ciencia existe una gran distancia entre las

²⁹⁶ R. Giere (1999), 193

reconstrucciones racionales de los episodios científicos históricos y los hechos tal como sucedieron, más aún si, como en el caso que nos ocupa, para mostrar la superioridad de la hipótesis realista se obvia el hecho, reconocido por el propio Crick muchos años después, de que no hubiesen podido mostrar un modelo de la estructura del ADN en el momento en que se hace a no ser que hubiesen podido “echar un vistazo” a las placas fotográficas que estaban realizándose en el King’s College de la mano de Rosalind Franklin. Una joven investigadora muy competente en las técnicas de fotografías por rayos X, y quien estaba a punto de desentrañar la estructura de la molécula. Esta, ajena al conocimiento de cómo su trabajo había condicionado el final de la investigación, publica sus resultados como “evidencia experimental” de la hipótesis de la estructura doble-helicoidal modelada por Watson y Crick, siguiendo los métodos de Pauling.

Vale la pena señalar algunos aspectos más de la historia²⁹⁷ y las metodologías utilizadas por ambos centros de investigación para mostrar finalmente el rendimiento explicativo de las hipótesis realista y empirista. Concluiré que la hipótesis empirista no admite una mera traducción en sus términos del esquema de razonamiento y justificación de la hipótesis realista. Ni el proceso de la construcción de modelos ni la elaboración de hipótesis ni el concepto de evidencia como final de un proceso²⁹⁸ son entendidas de la misma manera de tal suerte que el empirista sólo es alguien más precavido y suspicaz que el realista. Por el contrario, la creación de modelos de datos a partir de la observación cuidadosa de resultados de prácticas de laboratorio, la construcción de apariencias y la interpretación de los fenómenos en sus términos que definen la actitud empirista queda ilustrada en este caso histórico y es representada, a nuestro juicio, por la actitud y metodología de la propia Rosalind Franklin.

²⁹⁷ Los textos clásicos son: Watson (1972), y Olby (1974). El papel de Rosalyn Franklin en este importante logro científico es relatado por Sayre (1975), y una importante contribución a la comprensión de este episodio científico es la de Carolina Martínez Pulido (2000).

²⁹⁸ Respecto a esto véase la magnífica crítica a este concepto de evidencia desarrollada por Glymour (1980) que van Fraassen también defiende. Una relación más dialéctica entre la elaboración teórica y la evidencia a lo largo de todo el proceso de construcción permite concebir también la toma de decisiones como un proceso complejo y continuo y no un asunto que se relega al final una vez presentada una hipótesis final tal como parece seguir defendiendo Giere a propósito de la reconstrucción de este episodio científico histórico.

En concreto puede establecerse que el ejemplo ilustra perfectamente la dialéctica entre dos metodologías que ponen el énfasis la una en el modelo teórico, la otra en la interpretación de los datos empíricos para elaborar un modelo final de la arquitectura de una molécula. Esto es, a través de la construcción de modelos tridimensionales siguiendo el método de Pauling trasladando los resultados de los cálculos matemáticos, decidiendo cómo encajar tamaños, formas y disposición espacial, restringiendo poco a poco el ámbito de lo probable hasta la elaboración final de una propuesta hipotética por eliminación de las otras posibles. Esta era la opción de Watson y Crick cuando llegaron a Cambridge. En el King's College de Londres, Wilkins y R. Franklin quienes trabajan individualmente dadas sus malas relaciones, comparten, sin embargo, la idea de que este método no estaba en condiciones de mostrar su rendimiento en tanto no se obtuvieran más datos experimentales por medio de las técnicas de difracción por rayos X. Franklin creía que era necesario primero recorrer el *largo camino de los datos radiológicos, para siquiera debatir acerca de estructuras posibles*.

Su metodología consistía en ir pacientemente midiendo *los ángulos e intensidad de los patrones de difracción e interpretarlos por medio de longitudes de enlace y otras características valiéndose de la aplicación de un detallado análisis matemático*. Watson, por su parte, *se esforzaba en encajar las piezas como si se tratara de un rompecabezas y 'predecir' a partir de ahí el patrón de difracción que le habría de corresponder, ajustando el modelo hasta que encajara con el patrón observado*²⁹⁹.

Esta es la situación que ha descrito Giere al comienzo de su análisis: aún no es posible tener éxito en la lectura de las placas identificando inmediatamente un patrón y el camino que llevará al descubrimiento es el seguido por Watson.

²⁹⁹ C. Martínez (2000), 180

Existe evidencia histórica, sin embargo, de la comunicación “clandestina” de Wilkins de los resultados experimentales de su compañera de laboratorio a Watson en un momento en que aún no ha dado con la estructura tridimensional del ADN. Tal comunicación no fue exclusiva de Wilkins, otros informes llegaron a manos de Watson y Crick, resultando evidente que lo que se hacía en el King’s College se comunicaba a Cambridge de muchas maneras, unas abiertas y otras accidentales³⁰⁰.

Podemos afirmar con todos los historiadores que han subrayado esta cuestión que Watson resuelve su rompecabezas cuando obtiene esta información experimental, reconoce en las fotografías de Rosalind Franklin la estructura: *Inmediatamente Watson comprendió que la simpleza del diagrama, con una cruz negra dominando la foto, era la prueba de una estructura helicoidal. El propio modelo de rayos X proporcionaba algunos de los parámetros esenciales, como el diámetro de la molécula o el ángulo de inclinación de las bases y además, abría la posibilidad de realizar ciertos cálculos para determinar el número de cadenas por molécula.*³⁰¹

Realmente hemos de admitir que el relato proporcionado por Giere para justificar su hipótesis realista o para afirmar la tesis de que éstas están mejor justificadas si se echa un vistazo a los episodios de descubrimiento científico ya no parece tan evidente. En realidad, la evidencia experimental, aunque publicada en *Nature* en segundo lugar, lo que permite también ilustrar el estilo de los procesos de comunicación científica, fue la que permitió construir un modelo tridimensional y no la mera imaginación creativa de Watson y Crick.

Fue esta una carrera entre dos métodos de trabajo diferentes, dos escuelas diferentes, y la realidad es que era muy improbable saber de antemano

³⁰⁰ C. Martínez ilustra detenidamente estos dos episodios de comunicación de los resultados experimentales de R. Franklin en el apartado titulado “el agujero negro de la información clandestina”. (C. Martínez, 2000,179-181).

³⁰¹ C. Martínez (2000), 179

cuál funcionaría. Tal es la opinión expresada por A. Sayre³⁰² quien señala además, que los métodos elegidos tampoco eran nuevos y ya se venían utilizando de forma generalizada pero la diferencia entre la opción de uno u otro es que sin datos experimentales es bastante improbable idear la estructura exacta con el método del modelaje tridimensional ya que en rigor estos se construyen para demostrar visualmente la estructura a la que se ha llegado a través de cálculos matemáticos, sin que aún pueda establecerse que se correspondan con la estructura observada de una molécula. El caudal de información empírica necesaria para que este modelo sea un modelo adecuado empíricamente era a juicio de Rosalind Franklin aún insuficiente, sus técnicas, sin embargo, iban a salvar “las apariencias” en términos de van Fraassen. Y es muy improbable que sin esta información, sin estas evidencias empíricas, Watson y Crick hubiesen podido modelar la estructura del ADN, lo que hubiesen conseguido era tener que decidir entre un número ilimitado de hipótesis indemostrables.

A nuestro juicio, la orientación empirista defendida por van Fraassen muestra su mayor cercanía a las metodologías que han provocado precisamente mayores éxitos científicos, otra cuestión es la reconstrucción racional de esos procesos científicos históricos, por no hablar de la comunicación pública de los resultados, más cercanos a la lógica realista y la regla de decisión realista expuesta por Giere al comienzo del apartado. Lo cual queda ilustrado con este magnífico y triste episodio de la historia de la ciencia.

5. La explicación como el *summum bonum* de la actividad científica y como base de la creencia en la verdad de las teorías.

La dimensión pragmática de la aceptación es ilustrada a través del debate mantenido con importantes pensadores realistas a lo largo de las últimas décadas sobre la centralidad de la noción de explicación en todas las propuestas filosóficas sobre la ciencia. Es innegable que un tópico tan importante en

³⁰² A. Sayre (1975) ed. cast. de (1997), 147

cualquier consideración sobre la ciencia debe tener un tratamiento cuidadoso pero nuevamente la explicación vuelve a convertirse en el nudo central de la consideración realista al hacer girar sobre ella la base de la creencia en la verdad de la teoría o en su verdad aproximada, si el éxito explicativo es certificado. El poder explicativo de una teoría, en otras palabras, es inseparable de su valor de verdad y de los compromisos ontológicos derivados de su aceptación, además de constituir el objetivo último de la actividad científica.

El rol y el significado que otorguemos a 'explicación' vuelve a ilustrar las diferentes visiones sobre la ciencia con que se comprometen realistas y empiristas: y por lo general el debate se sitúa sobre todo en dilucidar si la explicación es una relación semántica entre la teoría y el mundo o si una visión más adecuada de ella es aquella que la define como una relación triádica: teoría-mundo-comunidad epistémica.

5.1 El modelo clásico.

La literatura contemporánea sobre la explicación científica surge sobre todo a partir del clásico artículo de Hempel-Oppenheim 'Estudios de la lógica de la explicación' de 1948. El modelo de explicación proporcionado no es otro que el deductivo-nomológico, éste se remonta a Aristóteles, la lógica de Port-Royal y Laplace. A partir de este momento sin embargo queda configurado como el más plausible entre otros modelos posibles. Según él los hechos particulares son explicados al subsumirlos bajo leyes generales, mientras que las regularidades generales son explicadas al subsumirlas bajo leyes aún más amplias. En 1965, Hempel diseña dos criterios fundamentales para la explicación:

1. *El criterio de relevancia explicativa*: el cual establece que la información explicativa aducida ofrece buenas bases para creer que el fenómeno a explicar ocurrió u ocurre. Esa información procede de la teoría científica y de

informes factuales auxiliares. La estructura del argumento que justifica que tal información proporciona buenas bases para la creencia es la de implicación (caso D-N) o la del establecimiento de una alta probabilidad de ocurrencia (caso I-S) probabilidad que no disminuye por la adición de otra evidencia disponible.

En otras palabras, *las explicaciones científicas de los fenómenos son argumentos que nos llevan a esperar que los fenómenos ocurrirán. Las estructuras lógicas de tales argumentos son especificados por los modelos D-N, I-S, etc.*³⁰³ Pero el criterio, tal como Hempel establece, no es una condición suficiente para la explicación: así por ejemplo el corrimiento hacia el rojo proporciona buenas bases para creer que las galaxias distantes están alejándose de nosotros, pero eso no explica por qué lo hacen. El caso clásico es el del barómetro: la tormenta se producirá si el barómetro cae, lo cual hacen exactamente si las condiciones atmosféricas son del tipo correcto, pero en este caso sólo el último factor es el que explica.

El criterio, por otro lado, tampoco es condición necesaria. En este caso el ejemplo de la paresis es también un clásico: podemos explicar por qué un señor entre los habitantes de un pueblo contrajo paresis por su historial de sífilis latente, pero tales casos son seguidos de paresis sólo en un pequeño porcentaje de los casos. Es esta una de las dificultades más importantes con el esquema de Hempel, no puede explicar la ocurrencia de eventos que tienen una baja probabilidad.

2. El segundo criterio es el *requerimiento de contrastabilidad*, pero ya que todos los candidatos serios a satisfacer el rol de teoría científica lo cumplen, este criterio no puede ayudar a resolver los defectos planteados.

A pesar de estos problemas planteados, la propuesta de Hempel, ha sido una de las más completas e importantes, y no en vano ha provocado un

³⁰³ J.C. Forge (1982), 212

inmenso debate en torno a la explicación. Textos como el W. Salmon, *Four decades of scientific explanation*, de 1990, muestran la riqueza de matices en la discusión.

En los años ochenta el debate sobre la explicación va de la mano del de la verdad y el éxito de una teoría científica, y es este el tópico central de los argumentos realistas.

No parecería haber algún problema en el terreno de la explicación si se apelase sólo a leyes universales, pero si consideramos, tal como sucede en la ciencia del siglo XX, leyes estadísticas o probabilísticas, el campo de la explicación se complejiza entrando en pugna diferentes aproximaciones al tema de la explicación.

Una gran diferencia surge si consideramos que apelar a probabilidades puede significar:

- a. Que es materia contingente si en último término el mundo es determinístico o no, esto es, que algunas leyes de la naturaleza puedan ser irreductiblemente estadísticas -tales relaciones de probabilidad pueden constituir una característica fundamental del mundo físico.
- b. Que la naturaleza está, en último término determinada y tal apelación a probabilidades no es más que un reflejo de la ignorancia humana.

Esta última posición es típicamente realista, la relación de explicación y verdad están íntimamente unidas. Una explicación debe mostrar la verdad, y no la mera probabilidad, de la relación entre explanans y explanandum, entre las leyes y condiciones iniciales de una teoría y el evento a ser explicado.

Según Clark Glymour³⁰⁴, una forma de argüir a favor de una teoría es mostrar que proporciona una buena explicación de un cuerpo de fenómenos e incluso, que provee una explicación *mejor* que cualquier otra teoría disponible. De esta forma si tenemos las teorías T y Q que explican las regularidades H y K tal que Q explica H como resultado de K, y T también explica H como resultado de K y, además existen las regularidades L y J tal que T explica J como resultado de L pero Q no explica J como resultado de ninguna otra regularidad establecida. Como consecuencia, T es preferible a Q.

Según esto, una explicación produce una forma de comprensión si nos muestra que el fenómeno que queremos explicar es una manifestación de diferentes fenómenos ya conocidos. Tal comprensión consiste en el dominio de los elementos actuantes *detrás* del aparente disparate de los fenómenos. Pero el realista exige algo más, y es que preferimos explicaciones que expliquen regularidades *en términos de verdad* a explicaciones que lo hagan *en términos de otras generalizaciones empíricas*. Tal virtud explicativa de la teoría hace que en el argumento realista explicación, verdad y éxito se muestren íntimamente unidos. El argumento es expuesto y criticado por Larry Laudan³⁰⁵ mostrando que la cadena de supuestos es la siguiente:

-Si una teoría es aproximadamente verdadera, entonces será explicativamente exitosa.

-Si una teoría es explicativamente exitosa, entonces es, probablemente, aproximadamente verdadera.

-Por lo tanto, si una teoría es verdadera entonces es exitosa. Y se sigue deductivamente que si la teoría es verdadera entonces explica y predice.

³⁰⁴C. Glymour (1984), 184

³⁰⁵L. Laudan (1984a), 228 y ss. Explicar el éxito de la ciencia es también el objetivo trazado en L. Laudan (1984b)

Según Laudan, si efectivamente existe tal conexión entre éxito y verdad aproximada, tal conexión debería ser argüida de forma independiente. Pero aún más, incluso si fuera concedido tal argumento ¿hay alguna plausibilidad en la sugerencia de que los éxitos explicativos puedan ser tomados como garantía racional para un juicio de verdad teniendo en cuenta la historia de la ciencia?. Esta nos ofrece una gran cantidad de ejemplos de teorías que fueron a la vez exitosas y no referentes (no olvidemos que verdad y existencia para el realista, tal como hemos apuntado, van unidos), desde la teoría de las esferas cristalinas, la del flogisto, el éter, hasta las teorías de la generación espontánea más recientes.

El argumento realista, pues, carece cuando menos de base histórica. Tal argumento, sin embargo, pone en evidencia que si la teoría explica hechos, ello proporciona razones extra para *creer* que la teoría es verdadera. van Fraassen argüirá que esto es imposible ya que la explicación no proporciona razones adicionales a la evidencia de que una teoría proporciona una representación de los fenómenos observables.

La clave está en el rol e incluso significado que otorguemos a 'explicación'. van Fraassen utiliza nuevamente la estrategia de análisis y deconstrucción del lenguaje y argumentos utilizados para mostrarnos el diagnóstico de la situación³⁰⁶. Tres tópicos o prejuicios están a la base de las discusiones y tienen una influencia subliminal en ellas:

- a. Creer que explicar es una relación entre una teoría o hipótesis y los fenómenos o hechos, además la relación preferida es la de verdad. La cuestión es más bien de uso, la historia de la ciencia nos ofrece ejemplos: Lavoisier dijo que la hipótesis del oxígeno que el proponía *explicaba* los fenómenos de la combustión, y Fresnel que todos estos fenómenos son unificados y *explicados* por la misma teoría de las vibraciones.

³⁰⁶van Fraassen (1977b), 143-150

- b. La convicción de que el poder explicativo no puede ser lógicamente separado de otras virtudes de la teoría, especialmente de la verdad o aceptabilidad. Obviamente, lo primero puede ser una razón para lo segundo, pero otra cosa diferente es que se afirme que la explicación requiera lógicamente teorías verdaderas o aceptables como premisas, sólo de esta forma, mantienen, evitaremos creer erróneamente que tenemos una explicación. Dicho en otras palabras, que una teoría explica ciertos fenómenos es parte de la evidencia que nos lleva a aceptarla.
- c. La idea de que la explicación es la mayor virtud de todas, el fin último de la actividad científica, el *summum bonum*. La explicación no puede suponer una virtud básica condición de la aceptabilidad, ya que en este caso no se aceptarían teorías a menos que explicaran todos los hechos que caen bajo su dominio, así la teoría de Newton, que explicó muchos fenómenos planetarios aunque no el perihelio de Mercurio no debió haber sido aceptada desde este punto de vista. Pero aún más, si dos teorías pasan los tests de adecuación empírica o simplicidad igualmente bien, entonces aquella que explica más es la que debe ser aceptada, pero una formulación precisa de esta exigencia requiere por ejemplo, postular variables ocultas para las teorías indeterministas, práctica que es rechazada en la actividad científica dado el excesivo carácter metafísico de esta suposición y puesto que la predicción empírica no exige más que la adecuación empírica de las teorías³⁰⁷.

³⁰⁷ Es el caso de la “desigualdad de Bell”. Bell describe cómo hay correlaciones para la cual no hay una causa común, pero la Mecánica Cuántica permite la ocurrencia de este fenómeno y predice la ocurrencia de tal correlación. Puesto que la Mecánica Cuántica es una teoría robusta es razonable tener sentadas expectativas hacia sus predicciones y, por tanto, es razonable tener cierta comprensión de esos fenómenos sin postular mecanismos causales. (van Fraassen, 1982a, 28 y 1984c, 166). La creencia en el principio de la causa común implica la creencia en que todos esos eventos ocultos que son las causas comunes de las correlaciones, son reales, y por lo tanto, que el mundo es determinista. Desde la opción de la interpretación de Copenhague existen correlaciones estadísticas en la naturaleza y tal probabilidad es objetiva, lo que implica un mundo indeterminista. Desde el punto de vista epistemológico no es irracional la aceptación del principio de la causa

El diagnóstico del problema de la explicación puede ser expuesto finalmente atendiendo a dos tipos de convicciones que han recorrido los debates, una metodológica y otra sustantiva: la primera es la creencia en que una consideración filosófica del asunto no finaliza hasta que no se esclarezcan todas las condiciones necesarias y suficientes para establecer que la teoría T explica el fenómeno E. Según van Fraassen ese mismo prejuicio había plagado las discusiones acerca de los contrafácticos hasta que Stalnaker estableció que las condiciones buscadas estaban determinadas por el contexto³⁰⁸. La segunda convicción es que el poder explicativo es una virtud de las teorías mismas o de su relación con el mundo como la simplicidad, la fuerza predictiva o la adecuación empírica.

El intento de superación de ambos prejuicios acerca de la explicación es lo que lleva a van Fraassen a proponer su teoría pragmática de la explicación. La propuesta se va dibujando a través del debate con Wesley Salmon, y por ello, antes de exponer las tesis de van Fraassen es necesario conocer la teoría de la explicación propuesta por aquel. El debate recorre una década, desde el análisis que hace van Fraassen en *The Scientific Image* de la propuesta de Salmon en *Statistical Explanation and Statistical Relevance* del año 1971, al texto de Salmon del año 1984 *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, el más reciente, aunque ya clásico, *Four Decades of Scientific Explanation* de 1990 y su última obra, *Causality and Explanation*, publicado en 1998.

5.2 El modelo de relevancia estadística

Según Wesley Salmon³⁰⁹ dar explicaciones científicas es mostrar cómo los eventos encajan en la estructura causal del mundo. La explicación entonces consiste en un doble asunto:

común, pero su rechazo es racionalmente defendible. (van Fraassen, 1982c, 209)

³⁰⁸ van Fraassen (1975b) y (1977b), 147

³⁰⁹ W. C., Salmon (1984), caps. 1,2,5,6,7.

- a. A un nivel más básico es necesario subsumir el evento a ser explicado bajo un conjunto apropiado de relaciones de relevancia estadística (esto es, aislar una serie de parámetros o factores que son los relevantes para la ocurrencia de tal evento).
- b. A un segundo nivel, esas relaciones de relevancia invocadas en el primer nivel deben ser explicadas en términos de relaciones causales.

Ello, a su vez, hace necesaria una caracterización de la naturaleza de las relaciones causales. Según este autor, la causalidad es fundamentalmente un concepto probabilístico o estadístico. En este sentido, también introduce un nuevo elemento en su aproximación a la causalidad y es que deben tomarse como entidades básicas a explicar los procesos más que los eventos, ya que aquellos tienen mayor duración temporal y, en muchos casos mayor extensión espacial.

5.2.1. Procesos.

Para diferenciar un proceso de un evento sugiere el siguiente ejemplo: Una pelota impactando con una ventana sería un evento, mientras que una pelota en su trayectoria desde el bate hasta su impacto con la ventana sería un proceso.³¹⁰

Ahora bien, no todo proceso es un proceso causal. Para diferenciar un proceso causal de un pseudo-proceso se utiliza el *criterio de transmisión de marca*, de tal forma que identificamos un proceso causal si es capaz de transmitir tal marca. Veámoslo de nuevo con el ejemplo propuesto por Salmon:

Consideramos un coche desplazándose por una carretera en un día soleado. Como el coche se mueve a 100 Km/h su sombra se mueve a lo largo del arcén a la misma velocidad. El coche en movimiento, como cualquier objeto

³¹⁰ Ibid., 139.

material, constituye un proceso causal, la sombra, sin embargo, es un pseudo-proceso, ya que si el coche choca con un muro, éste quedará con las marcas de la colisión, si solamente la sombra del coche choca con el muro, será deformada momentáneamente, pero recuperará su forma normal tan pronto como haya pasado más allá del muro.³¹¹

Así pues, un proceso causal es aquel que trasmite, o tiene la capacidad de transmitir, energía, información o influencia causal.

5.2.2. Causalidad

Estos procesos causales son los medios por los cuales la influencia causal es propagada.

Una nueva diferenciación debe ser mostrada para entender tal afirmación, es la existente entre producción y propagación, ya que hablamos de producción si nos referimos a eventos y de propagación si nos referimos a procesos. Nuevamente los ejemplos son más clarificadores: Cuando decimos que el golpe de un martillo remacha un clavo, queremos decir que el impacto *produce* la penetración del clavo en la madera. Si afirmamos que las señales transmitidas desde una estación de radiodifusión son recibidas por la radio en nuestra casa, queremos decir que noticias o música llegan hasta nosotros porque las ondas electromagnéticas son *propagadas* desde el transmisor al receptor.

Hemos hablado de influencia causal, pero otro proceso distinto es el de interacción causal. Ella ocurre cuando dos procesos interactúan sufriendo modificaciones que persisten después de la interacción. En este caso los cambios en los procesos son producidos por las interacciones causales. La cuestión que es la relación causal es ahora sustituida por qué es un proceso causal y qué es una

³¹¹ Ibid., 43-44

interacción causal. La explicación, según Salmon, proporciona conocimiento de los mecanismos de producción y propagación de estructura en el mundo.

5.2.3. Dificultades

Esta aproximación a la teoría de relevancia estadística de la explicación de Salmon es presentada también por van Fraassen. Aunque éste la considera adecuada, tal teoría de la explicación no sería más que una subespecie de 'explicación' en general y ello por varias razones:

- a. Explicar un evento observado no sería indistinguible de mostrar que la ocurrencia de ese evento no constituye una objeción a la demanda de adecuación empírica de la teoría.
- b. El requerimiento de que la secuencia de eventos en un proceso causal debe corresponder a una continua trayectoria espacio-temporal no es encontrado en el ámbito de la teoría cuántica. Salmon menciona esta limitación, pero van Fraassen cree que es una limitación seria. Ello llevaría a que:
 - c. Muchas explicaciones científicas no son 'genuinas' explicaciones causales (incluso en el sentido estadístico de Salmon), también podemos hablar de 'leyes de coexistencia', con lo que la explicación sería de índole muy diferente.

En lo que ambos autores están de acuerdo es que el lenguaje apropiado para la explicación es el lenguaje contrafáctico. La explicación tendría entonces un significativo grado de dependencia del contexto. Salmon no desarrolla esta implicación, sólo afirma que debe apelarse al control experimental para establecer si de hecho ocurren las afirmaciones sobre los procesos naturales. Van Fraassen, sin embargo, otorga un papel relevante al *contexto* en la caracterización que propone de explicación.

La discusión sobre la explicación es errónea desde el principio al considerar la explicación como una relación igual a la de la descripción: una relación entre teoría y hechos. Realmente es una relación tripartita, entre la teoría, los hechos y el contexto. No es de extrañar que una simple relación entre teoría y hecho establecida no encaje más que unos pocos ejemplos³¹²

5.3 Teoría pragmática de la explicación

La ciencia nos muestra un cuadro del mundo como una red de eventos interconectados, esta relación es compleja pero ordenada. Sugiere por ello van Fraassen que quizá la terminología de causa o causalidad para describir tal estado de cosas no sea del todo adecuada teniendo en cuenta las grandes dificultades para establecer una caracterización completa y 'universal'.

Así, podemos adoptar la visión de Salmon donde se proponía dibujar un primer nivel en la explicación que consistía en elegir factores explicativos relevantes entre todos aquellos posibles. Añadiendo a ello, tal como propone van Fraassen, un criterio de elección de tales factores relevantes, los cuales variarán dependiendo del contexto de la explicación solicitada, con lo que:

Ningún factor es explicativamente relevante a menos que sea científicamente relevante; y entre los factores científicamente relevantes, el contexto determina los explicativamente relevantes.³¹³

³¹² van Fraassen (1980a), 156

³¹³ van Fraassen (1980a), 126

Una explicación ahora consiste en listar factores relevantes que apuntan hacia una historia (story) completa de cómo sucedió el evento. Ello tiene como consecuencia la eliminación de varias hipótesis alternativas sobre cómo ocurrió el evento y eliminar desconcierto sobre cómo pudo haber ocurrido. Pero el destacar esto es dependiente del contexto, y la selección del factor correcto 'más importante' depende de la lista de alternativas contempladas en ese contexto. Es él el que determina la relevancia en una forma que va más allá de la mera relevancia estadística que nos ofrecen las teorías científicas.

Por otro lado, una solicitud de explicación es una *cuestión de porqué*. Una correcta estructura de una cuestión de porqué sería esta: ¿Por qué (es el caso que) P en contraste a (otros miembros de) X? donde X (la clase contrastante) es un conjunto de alternativas. Una respuesta a tal cuestión debe aducir *información* que favorezca P en contraste a otros miembros de X. Ello aún es más claro si tenemos en cuenta que los eventos individuales no son nunca explicados como tal, los eventos particulares se explican *como* eventos de un cierto tipo.

Según van Fraassen las cuestiones de porqué y las discusiones sobre la causalidad son las que proporcionan las guías esenciales para la correcta consideración de la explicación. Una explicación es una respuesta a una cuestión de porqué, teniendo en cuenta que no toda respuesta es una buena contestación. Digamos que podemos gradar tales respuestas, con lo que unas serán parciales, otras relativamente completas, directas, etc. Este es, sin embargo, un problema de evaluación posterior.

En primer lugar, debemos definir los elementos que hacen plausible una solicitud de información, una cuestión de porqué. van Fraassen lo hace mediante un ejemplo sencillo. Consideramos la cuestión ¿Por qué es remolcado ese conductor?. Ello implica que de hecho tal conductor es remolcado y se solicita una razón de ello. LLamamos a la proposición 'el conductor es remolcado' el *asunto* de la cuestión. Esta cuestión tiene una *clase contrastante*, un conjunto de

cuestiones alternativas. Finalmente está el aspecto en que es solicitada una *razón*, ello determina lo que contará como explicativamente relevante. Llamamos

P_k al asunto.

$X = \{P_1, \dots, P_k, \dots\}$ es la clase contrastante y

R la relación de relevancia

Identificamos entonces una cuestión de porqué con la siguiente formulación: $Q = \langle P_k, X, R \rangle$

Una proposición A es relevante a Q exactamente si A tiene relación R con la pareja $\langle P_k, X \rangle$. No es demandado que A sea verdadera, sólo que A es relevante en ese contexto, a esta cuestión. Determinar, como ya anotamos, si la contestación ofrecida es buena, informativa, o mejor que otras posibles que pudieron ser dadas es un asunto que no entra en esta formulación, sino que debe ser aislado y *evaluado*.

Suponemos que estamos en un contexto determinado con la base K conformada por una (o unas) teoría aceptada y una determinada información en el que surge una cuestión Q . Q se refiere al asunto B y disponemos de la clase contrastante $X = \{B, C, \dots, N\}$ y la respuesta es 'porque A '. Hay al menos tres formas de evaluar A según van Fraassen:

- a. Evaluar A en sí misma, en base a cuestiones tales como si es aceptable, o con probabilidad de ser v , etc. En otras palabras, su consistencia
- b. Evaluar A en relación a otros miembros de la clase contrastante de B . Aquí es donde tiene aplicación el modelo de relevancia estadística de Salmon.

Podemos dar valores de probabilidad a las distintas relaciones entre A y B y los otros miembros de la clase contrastante, tal que la probabilidad de que B

ocurra dándose A es mayor que si esta no apareciera. La relación de relevancia estadística es: $P(B/A) > P(B)$

c. Comparar la respuesta 'porque A' con otras respuestas posibles a la misma cuestión. Ello entre otros aspectos debe mostrarse aludiendo a K.

No pretende van Fraassen que esta teoría de la explicación sea completa, puede adolecer de muchos problemas tal como sucede con otras teorías filosóficas de la explicación. La cuestión principal es que ello tampoco se pretende, el campo es lo suficientemente complejo, y las teorías científicas tan 'incompletas' que pretender una teoría de la explicación universal es una empresa, por lo pronto, imposible.

Lo que sí hay que tener en cuenta, tal como nos muestra van Fraassen es que sí podemos dar una caracterización de explicaciones en general, y ello porque una explicación (en general) es una contestación adecuada a una cuestión de porqué, y tal adecuación de la contestación e incluso la formulación misma de la cuestión están contextualmente determinadas. En ello radica su carácter pragmático.

Podemos ver ahora que la explicación no es una característica substantiva de las teorías tal como propugna el realismo aduciendo como característica de una teoría su 'poder explicativo', poder este que lleva al éxito explicativo proporcionando así, en adición, mayor evidencia para la verdad de la teoría que la que ya se tiene al construir una adecuada descripción de los fenómenos.

Van Fraassen muestra que el error estriba en creer que la explicación se sitúa al nivel de la relación teoría-mundo. De esta relación surgen descripciones más o menos adecuadas, más o menos precisas, más o menos informativas de los fenómenos. Cuando, en realidad, la explicación es un asunto de relación teoría-

mundo y contexto, con lo que el status de explicación ya no es una característica substantiva de las teorías, o de la ciencia en general, es una *aplicación*, un uso de la ciencia para satisfacer determinados intereses tales como, por ejemplo, el de elegir entre dos teorías empíricamente equivalentes. Ambas pueden, después de todo, diferir en que una puede ser usada para contestar una determinada solicitud de explicación mientras que la otra no. La conclusión general al tema de la explicación es esta:

*En cada caso, un éxito de explicación es un éxito de adecuada e informativa descripción. Y aunque es verdad que buscamos explicaciones, el valor de esta investigación para la ciencia es que la búsqueda de explicaciones es ipso facto una búsqueda de teorías empíricamente fuertes y adecuadas.*³¹⁴

En *Four decades of Scientific Explanation*, Wesley Salmon reconoce que en su obra de 1984 también expresaba que toda demanda de explicación podía ser formulada como una cuestión de porqué, pero ahora cree que es un error, no toda cuestión de porqué busca una respuesta explicativa ya que también se puede buscar una respuesta simpatética, o emocional, etc. y, por otro lado, no toda explicación científica es una respuesta a una cuestión de porqué o puede ser transformada en una cuestión de porqué. Algunos filósofos tales como Brombenger o F. Suppe han argüido que algunas explicaciones son respuestas a ‘¿cómo es posible que...?’

Pero según Salmon una respuesta a cómo es posible, no requiere una explicación actual, cualquier explicación potencial que los hechos conocidos no desmienta es una respuesta satisfactoria aún cuando no conocemos la respuesta correcta de la correspondiente cuestión de porqué. También hay explicaciones científicas genuinas que responden a la cuestión ‘¿cómo, de hecho...?’

³¹⁴ Van Fraassen (1980 a), 157.

Apunta Salmon, sin embargo, que este debate sobre la forma del interrogante al solicitar una explicación es relevante para quien defienda una concepción retórica de la explicación y por el contrario, tiene poco interés para un defensor de la concepción óptica de la explicación, para quien la búsqueda de explicaciones es la búsqueda de los mecanismos subyacentes causales del fenómeno a explicar, y por lo tanto, lo de menos es la forma del interrogante.

Aún así, analizando la propuesta de van Fraassen de una teoría pragmática de la explicación, Salmon advierte que hay una profunda dificultad en la forma en que se establece la relación de relevancia R, y que consiste en que no se impone ninguna restricción a la naturaleza de la relación de relevancia. Se dice que A es relevante a Pk si A tiene relación R con Pk Pero si R no es una relación de relevancia *bona fide* entonces A es relevante a Pk sólo en un sentido pickwickiano. Y así, aunque van Fraassen explicita que la evaluación de las respuestas procede con referencia al conocimiento científico relevante en ese contexto, que lo que define a una explicación como científica es que está basada en teorías científicas y en los resultados experimentales y no en viejos cuentos de brujas, o que afirmar que algo es una explicación científica no es otra cosa que decir que tal explicación se basa en la ciencia y lo que es más importante, que el criterio de evaluación de una explicación y la gradación de las respuestas es aplicado y realizado usando una teoría científica, formalmente tal restricción no es impuesta a la relación de relevancia R y esto puede ser considerado una importante laguna en la teoría pragmática de la explicación que van Fraassen propone.

Queda así abierta, según Salmon la cuestión de qué constituye una relación de relevancia explicativa satisfactoria, a la que su propia teoría si da respuesta. En cualquier caso el debate muestra la diferencia esencial entre los compromisos realistas de Salmon y los empiristas de van Fraassen, para el primero es obvio que necesitamos apelar a relaciones nómicas objetivas, a relaciones causales o a otro tipo de mecanismos físicos si queremos proporcionar adecuadas explicaciones científicas, pero justo esto es lo que van Fraassen

señalaba como uno de los grandes prejuicios sobre la explicación, que ésta consista en una relación diádica entre la teoría y el mundo.

6. La deuda con el Pragmatismo.

Los esfuerzos de Ian Hacking por definir a van Fraassen como el nuevo defensor del Positivismo como lo fue Hume a mitad del siglo XVIII, Comte en los años 30 del siglo XIX o los proponentes del positivismo lógico de los años 20 a los 40 del siglo XX, hacen hincapié en el conjunto de tesis que definen tal posición y que son comunes, a su juicio, a todos estos autores, y pueden ser expuestas brevemente en los siguientes puntos:

- a. El esfuerzo por establecer proposiciones cuya verdad o falsedad pueda establecerse, esto es el ideal verificacionista.
- b. Nuestro conocimiento no matemático proviene o está mejor fundamentado en lo que es accesible a nuestros sentidos.
- c. No hay causalidad en la naturaleza, más allá de la constancia de la regularidad de que ciertos fenómenos son seguidos de la ocurrencia de otros.
- d. La explicación no es el *summum bonum* de la actividad científica, y no proporcionan respuestas profundas o esenciales sobre los fenómenos, las repuestas a las cuestiones de porqué no van más allá de la información relativa a que los fenómenos ocurren regularmente de tal y cual manera.
- e. Están en contra de la postulación de entidades cuya existencia sea aducida de forma indirecta, a través de la postulación de causas o explicaciones dudosas. Esto es, están en contra de la inferencia de entidades a partir de sus efectos causales. En palabras de Hacking: *van Fraassen mantiene la antipatía positivista hacia las entidades teóricas. Es más no nos permite ni siquiera hablar de entidades*

*teóricas: según él, a lo que nos queremos referir es a entidades no observables. Estas puesto que no pueden verse, deben ser inferidas. La estrategia de van Fraassen consiste en bloquear cualquier inferencia hacia la verdad de nuestras teorías o hacia la existencia de sus entidades*³¹⁵.

- f. El conjunto de tesis a-e definen el compromiso positivista de ‘oposición a la metafísica’.

A pesar de estos esfuerzos por situar a van Fraassen en esta corriente, es obvio, a tenor de lo expuesto hasta este momento, que el estilo de van Fraassen es precisamente característico de aquel que niega la instauración dogmática en cualquier posición, la crítica constante y el escepticismo, todo lo cual lleva a su empirismo constructivista, un empirismo que mantiene algunos de los presupuestos que caracterizan esta corriente no ya desde el siglo XVIII, sino desde el nominalismo del siglo XIV, como el propio van Fraassen subraya.

Las imputaciones de Hacking pueden ser contestadas estableciendo cómo el empirismo constructivista de van Fraassen es también deudor de las tesis pragmáticas, una posición que ha sido definida históricamente, y así lo hace el propio Hacking, como totalmente contrapuesta a la doctrina positivista. El pragmatismo, ya sea en la versión de Peirce y su continuador Putnam o en el camino seguido por James, Dewey y más recientemente Rorty, es antirrealista. El concepto de verdad es radicalmente redefinido, es el producto final de los trabajos de una comunidad de investigadores que persiguen un fin determinado, las conclusiones generales aceptables. El hincapié se hace en el método y en el resultado final de su aplicación, como defiende Peirce, o en el proceso mismo de constitución del conocimiento a partir de nuestras experiencias tal como subrayan James y Dewey, convirtiendo la verdad en aceptabilidad garantizada.

³¹⁵ Ian Hacking (1983), ed. cast. (1996), 69

Así, al igual que James rechazaba el escepticismo absoluto, afirmando que somos capaces de llegar a establecer verdades acerca de nosotros y de cómo es el mundo, van Fraassen también afirma que respecto a lo observable, respecto a lo que tenemos acceso empírico es posible afirmar la verdad, pero igualmente en contra del otro extremo representado por el absolutismo o dogmatismos, ambos arguyen el falibilismo inherente a toda demanda de conocimiento, no podemos acceder a la certeza objetiva o seguridad absoluta. En el rechazo de ambas posiciones está la virtud de la posición empirista: la experiencia es la única y legítima fuente de nuestras opiniones sobre los hechos. Y, por lo tanto, todas las conclusiones acerca de las cuestiones de hecho son susceptibles de modificación en el curso de la experiencia futura. Vale la pena reproducir a James para mostrar la conexión entre pragmatismo y empirismo no dogmático:

El pragmatismo representa una actitud perfectamente familiar en filosofía, la actitud empírica: pero la representa, a mi parecer, de un modo más radical y en una forma menos objetable. El pragmatismo vuelve su espalda de una vez para siempre a una gran cantidad de hábitos muy estimados por los filósofos profesionales. Se aleja de abstracciones e insuficiencias, de soluciones verbales, de malas razones 'a priori', de principios inmutables, de sistemas cerrados y pretendidos 'absolutos' y 'origenes'. Se vuelve hacia lo concreto y adecuado, hacia los hechos, hacia la acción y el poder. Esto significa el predominio del temperamento empirista y el abandono de la actitud racionalista. Significa el aire libre y las posibilidades de la naturaleza contra los dogmas, lo artificial y la pretensión de una finalidad en la verdad³¹⁶.

Para el empirismo la ciencia es el paradigma de la racionalidad humana, pero esto no significa ni naturalización absoluta de todas las facetas humanas en que la racionalidad aparece ni sumisión o sacrificio del intelecto al imperialismo científico, entendido propiamente supone precisamente un rechazo de toda forma de cientismo, un reconocimiento de que la ciencia no ha avanzado

³¹⁶ W. James (1907), ed. cast. (1997), 40. Es especialmente relevante también sus ensayos sobre un empirismo radical. (James, 1912).

a través de la sumisión a los esquemas y orientaciones de las generaciones pasadas, sino muy al contrario, a través del reconocimiento del método científico como un método escéptico, que permite el compromiso o la aceptación de una teoría que va infinitamente más allá de cualquier evidencia que podamos tener. En este proceso ni el intelecto es sacrificado ni la investigación racional es reemplazada por el dogma ciego. El empirismo en definitiva va unido a la actitud escéptica hacia la ciencia, un escepticismo no paralizante, las actitudes implican conceptos, y son inconcebibles sin ellos, e implican creencias, y desde luego, este empirismo no tiene nada que ver con la defensa de una mera relación semántica entre teorías científicas y el mundo, o entre modelos científicos y el mundo empírico. Nuevamente, acudiendo a la magnífica prosa de James:

De este modo las teorías llegan a ser instrumentos, no respuestas a enigmas en las que podamos descansar. No nos tumbamos a la bartola en ellas, nos movemos hacia delante y, en ocasiones, con su ayuda replanteamos la naturaleza. El pragmatismo suaviza todas las teorías, las hace flexibles y manejables. No constituyendo nada esencialmente nuevo, armoniza con muchas antiguas tendencias filosóficas. Está de acuerdo, por ejemplo, con el nominalismo en su apelación constante a los casos particulares; con el utilitarismo, en poner de relieve los aspectos prácticos; con el positivismo, en su desdén por las soluciones verbales, las cuestiones inútiles y las abstracciones metafísicas³¹⁷

Finalmente, es un empirismo definido como una actitud³¹⁸, aquella que defiende una cierta aproximación a las cuestiones factuales como paradigmáticamente racional.

³¹⁷ W. James (1907), ed. cast. (1997), 41

³¹⁸ Deudora esta idea también del Pragmatismo de James cuando define esta posición no como una filosofía sino una forma de hacer filosofía. Ver el magnífico estudio editado por Morris Dickstein (1998).

7. Racionalidad mínima e instrumental.

El parecido de familia con el Pragmatismo americano se advierte también en la defensa de un concepto ‘permisivo’ de racionalidad, consecuente con la imagen ofrecida de la actividad científica: una práctica inventiva y creativa de nuevas hipótesis y teorías, defendidas racionalmente no sólo después de que se aduzca evidencia favorable, sino a través del mismo proceso de construcción e intervención experimental que son característicos de la práctica científica cotidiana.

Desde este modelo de racionalidad se afirma que las personas actúan (eligen, deciden) racionalmente en la medida en que realizan la acción que estiman adecuada en su situación para lograr determinados fines, según su evaluación de la situación, (...) actúan según un principio de racionalidad mínima. Este modelo aplicado a la ciencia supone una explicación descriptiva y contextualizada de las decisiones, elecciones y actuaciones que llevan a cabo los científicos de acuerdo con los criterios normas y objetivos dominantes en la comunidad científica.³¹⁹.

La formación de creencias, los cambios de opinión, las tomas de decisión, las acciones, son los tópicos que toda epistemología debe abarcar. Si bien no es este uno de los tópicos centrales del análisis de van Fraassen en sus obras más representativas si dedica, un lugar privilegiado en muchos de sus

³¹⁹ A. Gómez (1995), 148-159. La autora sitúa el origen de la propuesta en la concepción de la racionalidad que desarrollan autores como P. Suppes (1984) o Elster (1979) y que es aplicada al ámbito de las decisiones y acciones en el seno de la comunidad científica por autores como Newton-Smith (1981), Brown (1984), McMullin (1984) o G. Gutting (1984), desarrollando un programa racionalista que en contra de las opciones normativas en un extremo y las sociologistas fuertes en el otro, define una racionalidad descriptiva mínima e instrumental que permita diferenciar un argumento racional de la mera propaganda al tiempo que libera de las ataduras normativas y de las dicotomías interno/externo, racional/irracional como punto de partida ineludible para evaluar las creencias científicas. Lo cierto es que los científicos actúan y deciden en condiciones de riesgo e incertidumbre, en contextos de interacción estratégica y comunicación y la elección se hace en base a creencias y expectativas acerca de resultados esperados que no pueden garantizarse de antemano. Ver también su excelente estudio sobre la racionalidad, A. Gómez (1992).

artículos³²⁰. Van Fraassen se define como un probabilista aunque no bayesiano, ya que al igual que los bayesianos sostiene que personas racionales ante la misma evidencia pueden sostener opiniones divergentes, pero no acepta la receta bayesiana del cambio de opinión como racionalmente obligatoria. El cambio racional de opinión no es un caso sujeto a una regla estricta a seguir, sino precisamente un caso de libre elección. Y los factores relevantes en tal cambio de opinión son factores pragmáticos y no un asunto de ajuste de la nueva evidencia al conjunto de creencias previas.

La combinación de probabilismo y voluntarismo define pues la posición de van Fraassen.

7.1 Probabilismo no bayesiano.

La formación de creencias u opinión respecto a la ciencia y a las decisiones prácticas en general no suele ser un asunto de aplicación de un mero *modus ponens*, de acomodación de nueva evidencia en el conjunto de la información ya aceptada, o de fe en la correspondencia con una realidad a través de la postulación realista de entidades, eventos o procesos causales justificados en base al éxito logrado en prácticas similares en otro momento.

Nos propone van Fraassen que atendamos a una característica básica de nuestra ciencia: la probabilidad. Debemos, en primer lugar, distinguir dos sentidos de probabilidad: la probabilidad que aparece en la ciencia clásica entendida como una medida de la ignorancia, de la falta de conocimiento e información. Este es la probabilidad subjetiva o personal. A partir del siglo XX las probabilidades en la física son irreductibles y este es el segundo sentido, la probabilidad física u objetiva³²¹.

³²⁰Nos referimos a van Fraassen (1980b); (1982b); (1988b) y (1995d)

³²¹ van Fraassen ofrece en algunos de sus artículos más recientes un análisis detallado de nuestras concepciones sobre la probabilidad y el sentido en que el probabilismo nos obliga a mirar cada

La aceptación de teorías que implican tales probabilidades físicas u objetivas es un asunto complejo, que desde luego las aproximaciones realistas que acuden a la realidad de los mundos posibles³²², o la idea de la aproximación a la ‘medición correcta’, a través de la suma de toda la clase de las posibles mediciones, vuelven a pecar de todos los inconvenientes de la metafísica prekantiana. Pero tampoco las respuestas de una teoría causal de la decisión, o de una teoría evidencial de la decisión como las defendidas por N. Cartwright o B. Skyrms y R. Jeffrey respectivamente y sus intentos de instauración de una ‘lógica de la decisión’, hacen justicia a los matices de la decisión.

Desde su texto clásico de 1980, *The Scientific Image*, su definición de la aceptación de las teorías como empíricamente adecuadas y la creencia sólo en la verdad respecto a lo observable, ha sido sometida a la crítica y, en gran medida a la incompreensión. Una aproximación diferente, o una definición más exacta de lo que implica la aceptación de las teorías es propuesto en un artículo posterior³²³ y en su libro de 1989, *Laws and Symmetry*.

La aceptación implica algo más y algo menos que la creencia. Ese algo más es compromiso. Compromiso con ciertas líneas de investigación para confrontar los nuevos fenómenos con las categorías sentadas por esa teoría. Esto no iguala al empirista constructivista con el instrumentalista para el que las teorías tienen un mero valor instrumental, la noción de compromiso está asociada a la de defensa de ese marco como el mejor disponible y lo que es más importante, empeño en su mejora y desarrollo.

El algo menos implicado en la noción de aceptación es ‘menos creencia’, y aunque casi diez años antes había sido caracterizada como creencia en

aspecto de la ciencia de una nueva forma, aquella que mantiene todas las posibilidades en juego. (van Fraassen 1994e, 339-348; 1995b, 349-377).

³²² Véase, por ejemplo, la propuesta de D. Lewis, expuesta y valorada en el capítulo dedicado al debate sobre las leyes. (D. Lewis, 1986b)

³²³ Nos referimos a van Fraassen (1989 b)

la adecuación empírica, esto es, en la verdad respecto a lo observable, ahora cree que la noción de creencia refiere inmediatamente a una cuestión de blanco o negro, se cree *a* o no se cree, y realmente esto no hace justicia a los matices de la opinión. La representación de la creencia conlleva el modelo de la probabilidad personal o subjetiva y van Fraassen propone ahora que tomemos el modelo de la probabilidad física u objetiva. Desde este punto de vista aceptar una teoría debe significar *someterlos epistémicamente a su guía, dejar que nuestras expectativas sean moldeadas por sus probabilidades acerca de los fenómenos observables*³²⁴. Es esta la dimensión epistémica de la aceptación, en otras palabras, decidimos adoptar una teoría como nuestro experto³²⁵, y esta actitud hacia la teoría constituye en rigor la definición perfecta de la aceptación.

No hay necesidad, por otro lado de justificar los ‘ajustes de opinión’ a una teoría aceptada tal como pretenden los bayesianos a través de la noción de condicionalización³²⁶, ya que tal ajuste es un aspecto de la aceptación misma.

La imagen del ‘experto’ que guía nuestras opiniones es muy fructífera, a juicio de van Fraassen, en tanto pone el énfasis en las actitudes hacia los modelos e hipótesis de la ciencia, ahora bien, sigue teniendo sentido preguntarse: si acepto una teoría ¿qué creo acerca de la realidad?. La visión empirista establece que no todos los elementos constituyentes de un modelo se corresponden con la realidad, aunque también es obvio que aceptar algo como una guía experta implica conceder la autoridad de la fiabilidad. Nuevamente la fiabilidad está asentada en la confianza en que nuestras teorías hacen las

³²⁴ Ibid, 343

³²⁵ Ibid, 344

³²⁶ El probabilismo en epistemología representa la opinión de una persona como una función probabilitaria, el bayesiano además establece que el cambio racional de opinión debe tomar la forma de la condicionalización a la luz de la nueva evidencia. Formalmente, si *P* es mi opinión inicial, y *E* mi nueva evidencia, entonces $P' = P(E)$, definido como $P(\&E)/P(E)$, es mi nueva opinión, el cambio de *P* a *P'* se llama *condicionalización en E*. Se defiende que la condicionalización es la única forma admisible para actualizar nuestras opiniones, que no consiste en la mera adición. Van Fraassen está de acuerdo en que tal procedimiento es correcto si nos referimos a unas condiciones especiales, los experimentos científicos y la observación controlada y es obvio que estas condiciones son centrales en la práctica científica, pero no por ello esta forma del cambio de opinión se transforma en universal. (van Fraassen, 1999, 93). Una importante contribución crítica a la teoría bayesiana la constituye Earman (1992)

predicciones empíricas correctas y ello depende, a su vez, de la adecuación empírica de la teoría.

7.2 Voluntarismo.

Las meras leyes de la probabilidad no agotan lo sustancial o característico de los juicios epistémicos, el hecho de que constituyen expresiones de intención, de toma de decisión o de compromiso con una cierta posición, programa o curso de acción, expresan, en otras palabras, actitudes proposicionales³²⁷.

Aboga van Fraassen por una interpretación voluntarista de los juicios epistémicos, en una nueva recurrencia a W. James. En sus palabras: *la llamo voluntarista porque hace de los juicios en general y de la probabilidad subjetiva, en particular, un caso de confianza cognitiva, intención y compromiso. La creencia es un asunto de la voluntad.*³²⁸

Desde luego, cuanto más improbable sea la proposición que decidamos creer, en tanto más basemos nuestra opinión en una proposición incierta, más riesgos adoptamos. Pero esta es una cuestión de grados, y desde luego no hay ninguna violación de la coherencia ni de cualquier otro criterio de racionalidad.

La evaluación de una decisión o acción puede ser realizada antes o después de ser acometida, si es evaluada antes nos preguntamos cuán razonable parece, si la evaluamos después preguntamos hasta qué punto puede ser defendida o justificada teniendo en cuenta que contamos con el conocimiento de las consecuencias de tal acción. Pues bien, el criterio mínimo de racionalidad nos recomienda no sabotear

³²⁷ van Fraassen (1984 a), 254 ; (1989a), 179

³²⁸ van Fraassen (1984 a), 256

nuestras posibilidades de defensa o justificación posterior³²⁹. Y, en cualquier caso, el cambio racional de opinión incluye un elemento de libre elección, y no meramente ‘actualizar’ o ‘ajustar’ la propia opinión, ante la nueva información, de acuerdo con las leyes de la probabilidad. Hacer esto sería comportarse como el robot de Carnap diseñado para aprender de la experiencia, pero robot al fin y al cabo.

³²⁹ van Fraassen (1989a), 157

CAPÍTULO X

Elementos para una filosofía de la ciencia empirista constructivista y contextual

No es un deshonor para la filosofía estar histórica y culturalmente condicionada: si nuestro objetivo es entendernos a nosotros mismos, esto es exactamente lo que debe ser”³³⁰.

Comenzábamos nuestro recorrido situando a la nueva filosofía de la ciencia en su marco histórico y contextual. Surgida tras el derrumbe de un enfoque filosófico que había proporcionado una imagen de la ciencia como una empresa altamente idealizada, racional, objetiva y envuelta en los ropajes formales proporcionados por la lógica estándar y que se ve incapaz de solucionar los problemas que sus métodos y orientaciones provocan. Una nueva filosofía de la ciencia que pretende, además, en el momento en que surge, recoger el reto lanzado por la orientación historicista centrada fundamentalmente en el estudio de los procesos de cambio científico.

³³⁰ Van Fraassen (1994c), 191

El nuevo enfoque estructural defendido tanto por la Concepción Semántica como la Concepción Estructuralista ofrece una visión sobre la ciencia. Ambas concepciones proporcionan un conjunto de herramientas conceptuales que permiten atender al hecho de que la ciencia es, ante todo, un tipo de actividad cuyo objetivo es el de proporcionar una interpretación de su objeto de estudio en términos de su estructura. Definen esta actividad como esencialmente constructiva, esto es, los científicos construyen modelos, objetos matemáticos, que son usados para representar la naturaleza. Valoramos que la opción estructuralista es una opción que sigue comprometida con el ideal de la axiomatización, si bien ha superado la estrechez de la lógica formal optando por métodos matemáticos como la teoría de conjuntos para ofrecer su visión de la ciencia. Ofrecía así unas herramientas adecuadas para la reconstrucción de teorías altamente matematizadas, lo que permitía establecer adecuadamente el conjunto de elementos y relaciones que constituye una teoría, y las relaciones entre diferentes elementos teóricos ya sean contemporáneos o mantengan una relación de sucesión histórica. Pero al tiempo se revelaba incapaz de ofrecer una imagen de los procesos de construcción teórica a partir de la idealización del mundo de la experiencia y por extensión, una imagen adecuada de las relaciones entre las teorías y el mundo.

La Concepción Semántica sí ofrece esta imagen y algo más, que es pieza fundamental en la agenda de la Filosofía de la Ciencia actual: las relaciones de las teorías y la comunidad epistémica. Esto es, los procesos de aceptación o rechazo de teorías y el papel activo del experimento en la construcción y desarrollo de las teorías, aunque, es cierto, concede menos importancia al papel de teorías antecesoras y a los procesos de cambio científico. El enfoque de van Fraassen en el marco de la Concepción Semántica, nos ha permitido transitar por lo que, a nuestro juicio, constituye el núcleo fundamental de los debates acerca de la ciencia: la actividad científica como proceso constructivo e interventor y generador de interpretaciones del mundo, el debate acerca del papel de las tomas de decisión de los científicos, sus compromisos con marcos teóricos que son considerados guías expertos en el desarrollo de la imagen científica del mundo,

así como las bases de la aceptación teórica y las posiciones epistemológicas y actitudes hacia la ciencia.

Proporciona una interpretación de los diferentes tópicos que definen la actividad científica bajo el rótulo del empirismo constructivista. Un empirismo que, como argumentamos, se va definiendo a medida que se confronta dialógicamente con los realismos científicos y los realismos mínimos de nuevo cuño que admiten el falibilismo, la aproximación y la postulación tentativa de entidades o procesos “tras la escena” observacional, pero que no renuncia al “instinto metafísico” de la postulación de entidades como causas reales de los procesos que se pretende explicar. Realidad sentada en el éxito explicativo y predictivo. Se puede renunciar a un concepto de ley de la naturaleza o principios de orden natural captados por nuestras mejores teorías, pero no a la idea de necesidad que da sentido a nuestras nociones de causalidad y explicación. Así lo argumenta R. Giere. En particular, el núcleo de lo que van Fraassen define como ingredientes metafísicos de las posiciones filosóficas realistas consiste en dar absoluta primacía a las demandas de explicación y satisfacerlas mediante explicaciones vía postulación. Esto es, explicaciones que postulan la realidad de ciertas entidades o aspectos del mundo que no son evidentes empíricamente.

Desde la posición defendida por van Fraassen, la actividad científica no consiste en un proceso de descubrimiento de verdades por muy aproximadas y falibles que estas puedan ser, sino que consiste en un proceso de construcción de modelos adecuados para dar cuenta de los fenómenos convenientemente idealizados por los procedimientos que constituyen la ‘vida del laboratorio’. Las teorías sólo pretenden ser empíricamente adecuadas. Pero la adecuación empírica de una teoría se afirma tras un proceso de selección deliberada que comienza con la tarea ya rutinaria del procesamiento de gigabytes de datos. La demanda de adecuación es, en primer lugar, una demanda estructural, esto es, una relación entre un modelo de datos y un modelo teórico. Es una relación matemática. Pero también es una afirmación de adecuación con respecto a la estructura de los fenómenos reales descrita en términos de los parámetros relevantes de la teoría. Y

ello significa que los fenómenos observables, aunque sean sólo lecturas de instrumentos, son observables por cualquiera, pero la forma en que son descritos por los científicos, seres humanos que sustentan teorías aceptadas previamente y que tienen asunciones, valores y opiniones, pueden ser muy diferentes. La infradeterminación empírica de toda teoría pero, aún más, el hecho de que toda descripción de la naturaleza está teóricamente condicionada en una forma no trivial, da sentido pleno a la defensa de una visión de la ciencia como actividad interpretativa.

La elección de una corriente determinada entre otras posibles para ofrecer una interpretación adecuada de los fenómenos nos arrastra en una dirección determinada. Esta elección implica compromiso, implica selección implícita de ciertos parámetros como relevantes, implica también puesta en práctica de valores y asunciones, pero la posición inicial de riesgo empírico se mantiene hasta el final, ya que los fenómenos admiten también ser modelados en base a argumentos de simetría alternativos. Esto hace que van Fraassen cuestione profundamente los esfuerzos en pos de la búsqueda de la formulación de una idea adecuada de ley científica asociada a la de necesidad y universalidad, reflejo de principios de orden realmente existentes o leyes de la naturaleza. Más aún cuando cualquier imagen de la ciencia que presente a ésta como una mera actividad representativa está olvidando, como nos recuerda Ian Hacking, que es también una práctica interventora. De hecho, la relación dialéctica entre teoría y experimento, como argumentamos, constituye el nudo central de la construcción teórica, pero también de la innovación tecnológica, en una suerte de progresivo ajuste mutuo que muy bien puede afirmarse una cierta autojustificación de este proceso. Valoraremos más adelante esta importante consecuencia de la práctica científica actual.

Cualquier otra virtud demandada de una teoría, más allá de su adecuación empírica, tiene un carácter pragmático. Y estas no hacen que una teoría sea más adecuada o aproximadamente verdadera, sólo preferible. Podemos afirmar que tales preferencias pueden basarse en intereses, gustos, mayor eficacia,

o rendimiento tecnológico. Todo ello forma parte del conjunto de razones para optar por una teoría y, por ello, la aceptación tiene una dimensión pragmática. Pero, desde el punto de vista epistemológico, aceptar una teoría es hacer un compromiso, el compromiso, en gran medida kuhniano, con un marco interpretativo determinado de los fenómenos. Una apuesta por que se puede dar cuenta de todos los fenómenos relevantes sin abandonar dicho marco.

Este empirismo es defendido también como una actitud. Aquella que delinea una cierta aproximación a las cuestiones factuales como paradigmáticamente racional. Este concepto de racionalidad, como mostramos, está escrito en minúsculas. Dicho de otra forma, es un concepto ‘permisivo’ de racionalidad. Una racionalidad mínima e instrumental que sólo nos recomienda no sabotear nuestras posibilidades de defensa y justificación de nuestro compromiso con un marco interpretativo determinado. El cambio racional de opinión, por otro lado, incluye un elemento de libre elección o voluntarismo no entendible desde el mejor ajuste de la opinión previa “ante la nueva evidencia”, ya que este último concepto también ha sido ya claramente reinterpretado a la luz de la práctica científica actual. Este cambio racional de opinión bien podría permitirnos “revisitar” los procesos revolucionarios kuhnianos atendiendo al hecho de que los factores relevantes para estas libres elecciones que interrumpen un proceso de ciencia normal se sitúan en el dominio de la pragmática.

Todo ello no son más que pinceladas que pretenden contribuir al desarrollo de la orientación filosófica que defendemos, una orientación que debe situarse en el panorama de la proliferación actual de los estudios sobre la ciencia, la pluralidad de perspectivas y las agendas naturalistas.

1. Evaluando las perspectivas y filiaciones naturalistas

Ante la pluralidad de enfoques, la maraña de sociologismos, y el cúmulo de fracasos fundacionalistas, la filosofía de la ciencia debe definir su lugar en el

nuevo contexto de las diversas y divergentes perspectivas desde las que se enfoca actualmente la ciencia y la tecnología. El naturalismo es una de esas respuestas más generalizadas y puede ser definido como un movimiento filosófico, académico, y americano que propone una reorientación en el estudio de la ciencia. A diferencia del “viejo estilo filosófico”, son estudios empíricos e interdisciplinarios y pretenden promover una respuesta menos simplista y dogmática, más compleja, provisional y cualificada que la de la caduca filosofía de la ciencia tradicional. La propuesta de tales estudios ha significado un giro naturalista que es entendido en términos de una metaperspectiva y su pretensión es la de ser un programa alternativo para la práctica disciplinar, que permite plantear desde nuevas bases cuál ha de ser el enfoque y métodos, cuál su agenda, etc³³¹.

Hay que diferenciar, por lo tanto, el naturalismo metafísico, o las clásicas propuestas de naturalización de la epistemología³³², y naturalismo como metaperspectiva o naturalización de la filosofía de la ciencia. Pero ello tampoco significa que el naturalismo sea un movimiento con un significado definido: “hay tantos naturalismos como naturalistas”³³³. Lo que unifica a los naturalistas es el rechazo explícito de los programas fundacionalistas, la vocación interdisciplinar, y el estudio empírico de la ciencia, aunque los matices diferenciadores de cada uno de los autores son cada vez más inabarcables. Y es común a estos enfoques también la necesidad de superar la crítica que señala la circularidad del argumento naturalista al someter la teoría de la ciencia a la evidencia empírica cuando ésta es una cuestión que la propia teoría debe establecer.

³³¹ Así lo define A. Ambrogi (1999), 12

³³² Propuesta originalmente por Quine (1969) y continuada por Campbell (1974) desde la epistemología evolucionista. Esta epistemología evolucionista fue defendida también por Popper quien afirma su completo acuerdo con Campbell en que la capacidad específicamente humana para conocer, y también la capacidad de producir conocimiento científico, son los resultados de la selección natural, un proceso darwiniano que nos lleva a la sustentación de cada vez mejores teorías, dándonos cada vez mejor información sobre la realidad. (Popper, 1984, 239 y ss). Un importante estudio sobre la epistemología evolucionista y con contribuciones de Campbell y Popper es el de G. Radnitzky y W. Bartley (eds.) (1987).

³³³ Así lo afirma A. Ambrogi (1999), 16. Van Fraassen (1992) igualmente señala esta característica al definirlo como un ‘término acordeón’, como el de realismo y afirma más: *identificar qué es el naturalismo, además de elogiable, es casi imposible*. (van Fraassen 1996, 172)

Existen enfoques modestos como el de R. Giere, según el cual la relevancia de la información empírica es mucha si se quiere entender la práctica científica con el objetivo último de comprender lo que son realmente las teorías científicas pero no desestima los temas clásicos de la filosofía de la ciencia, rechazo que sí se ha producido en la mayor parte de los naturalismos barriendo tanto con el enfoque como con los tópicos tradicionales de estudio de la filosofía de la ciencia. Tras esta reorientación, sugerida por Giere³³⁴, los filósofos quedan en pie de igualdad con los historiadores, sociólogos o psicólogos cognitivos para los que el estudio de la ciencia es en sí misma una empresa científica, y esto significa considerar a la filosofía de la ciencia como parte de la empresa del desarrollo de alguna comprensión teórica de la ciencia natural. Una teoría cognitiva de la ciencia³³⁵ dirige su atención hacia la búsqueda de una explicación de cómo los científicos usan determinadas capacidades, capacidades cognitivas biológicamente fundadas y, por tanto, desarrolladas evolutivamente, como la percepción, la memoria, la imaginación y uso del lenguaje, para interactuar con el mundo y construir la ciencia.

Este enfoque está claramente relacionado con las perspectivas naturalistas biológicas. En el capítulo dedicado a los realismos más recientes pusimos el acento precisamente en esta alianza entre el realismo y la biología en un autor señalado como Hooker. Según este relevante pensador, la biología evolucionista proporciona información, recursos y modelos para comprender la filogénesis de la maquinaria mente-cerebro y la producción del conocimiento.

Pero la circularidad de los argumentos que conforman el enfoque evolucionista acerca de nuestro conocimiento puede manifestarse así: los humanos hemos necesitado métodos que nos permitieran pronosticar acontecimientos para planificar acciones y para sobrevivir. Los métodos que hemos desarrollado son los de los organismos más exitosos que existen en la

³³⁴ R. Giere (1987), 148

³³⁵ Giere (1992) y (1994) son centrales para la defensa de una teoría cognitiva de la ciencia.

Tierra, esto es, nosotros. Así que deben tener un alto valor para la supervivencia. Queda sólo mostrar cómo cada característica de esa metodología contribuye a nuestro creciente éxito, o al éxito de todas nuestras capacidades cognitivas ‘en acción’ al construir la ciencia³³⁶. Y ello porque, en realidad, desde un punto de vista filogenético, *la ciencia actual se basa en las ‘expectativas’ de organismos unicelulares ancestrales*³³⁷.

Estas perspectivas se vuelven extremadamente complicadas al introducir nuevos ejes de análisis como resultado de la exportación creciente de conceptos biológicos al estudio filosófico del conocimiento científico. Así, el desarrollo filogenético se diferencia del ontogenético, en tanto nos estemos refiriendo al grupo o al individuo y, a su vez, podemos estudiar el desarrollo del cerebro y estructuras cognitivas en clave evolutiva y el desarrollo del conocimiento humano y las normas epistemológicas acudiendo a consideraciones biológicas relevantes. Ambos ejes se cruzan configurando una matriz que posibilita las combinaciones de todos estos elementos. Así, *nos podemos interesar bien por el desarrollo ontogenético o filogenético de, por ejemplo, el cerebro, o bien por el desarrollo ontogenético o filogenético de normas y conocimientos*.³³⁸ De esta forma un estudio filogenético del conocimiento humano proporciona, según los defensores de este programa, un modelo adecuado para acometer la historia de la ciencia desde bases naturalistas evolucionistas. Una nueva diferencia ha de establecerse entre un enfoque literal y un enfoque analógico de las perspectivas naturalistas evolucionistas, ya que la exportación de metáforas o analogías y su consiguiente valor heurístico para clarificar, sugerir nuevas vías de análisis, etc, parece una vía prometedora, en tanto proporciona a la imaginación abundantes recursos para el estudio filosófico de la ciencia.

Por su parte, las perspectivas sociológicas han centrado sus esfuerzos en

³³⁶ Es esta una parodia del pensamiento evolucionista pero sirve para ilustrar el patrón de razonamiento presente en este tipo de estudios o programa para la comprensión del conocimiento como fenómeno natural. Es esta una ‘epistemología para dinosaurios’. (van Fraassen, 1985 a, 260)

³³⁷ M. Bradie (1994), en Ambrogi (1999), 172. Bradie valora así la perspectiva de Popper y Campbell.

³³⁸ Ibid, 165

ofrecer una interpretación de la ciencia atendiendo, en primer lugar, de forma consecuente, al hecho de que la ciencia es un producto humano y social. En primer lugar procede a eliminar las ya ampliamente discutidas dicotomías: contexto de descubrimiento y justificación y factores internos-externos. El énfasis, ahora, se pone en la 'ciencia en acción' no en los resultados de la acción, atendiendo a las relaciones de los científicos en sus comunidades y a los intereses que influyen en tales interacciones y, por tanto, en las propuestas teóricas que elaboran. El relativismo y el constructivismo social se instalan en diferentes grados en las propuestas que constituyen el 'enfoque sociológico'. Pero estos análisis se han complicado, no sólo por la multitud de líneas que surgen como resultado de aplicar los recursos de la sociología a todos los aspectos y tareas de la construcción científica, sino también porque se dan profundas diferencias en la forma de entender el estatus científico, naturaleza y métodos de la propia sociología como disciplina. Y es por ello que las posiciones han oscilado desde el Strong Program que defiende un modelo de ciencia sociológica análogo al de la ciencia natural, capaz de ofrecer explicaciones causales, hasta la Etnografía de la Ciencia entendida como un conjunto de descripciones empíricas sin pretensión teórica, pasando por el Programa Relativista que busca establecer los mecanismos de argumentación, persuasión y consenso relativos a cada comunidad y que consideran esenciales para comprender el funcionamiento real de la ciencia³³⁹. Esta proliferación es causa de la riqueza de tópicos y complejidad del objeto de estudio pero fundamentalmente, a nuestro juicio, del excesivo celo sociológico en mostrar cómo los intereses e ideologías condicionan o determinan a los participantes en la empresa científica, obviando, en gran medida, los diferentes mecanismos que el propio grupo genera y que permite 'filtrar' en gran medida la influencia de estos intereses, no eliminables, pero si minimizados gracias al conjunto de valores que de forma intersubjetiva el grupo comparte, y diseña. Más adelante defenderemos precisamente esta línea de trabajo que concluye que la nueva objetividad científica es intersubjetividad.

³³⁹ Un estudio de las distintas corrientes en Sociología de la Ciencia y del Conocimiento, sus puntos de partida, tesis, y los problemas y dificultades con que se encuentran es el de J. Sánchez (1995)

El énfasis de los enfoques sociológicos en la necesidad de atención a la práctica real de los científicos para entender cómo se genera la ciencia y su tesis acerca de que la realidad a la que atiende es ‘creada en el laboratorio’, proporciona una línea de estudios que consideramos cada vez más central. Son estudios, por otro lado, clásicos, ya que se admite de forma general que la ciencia no describe o explica la naturaleza o los fenómenos de la realidad directamente, sino que su naturaleza es claramente contrafáctica, nos dice lo que ‘serían los fenómenos o cómo se comportarían en condiciones totalmente ideales y construídas en el laboratorio’. Tal artificialidad de los fenómenos es la consecuencia inmediata del método matemático-experimental de las ciencias naturales, desde Galileo.

Metodológicamente acometen el estudio de la ciencia centrándose en el estudio de casos particulares ilustrativos de la práctica científica, descripción de prácticas de laboratorio, desarrollo y resolución o cierre de controversias, etc. Es criticable reducir la filosofía de la ciencia a esto por más que tales estudios pueden resultar totalmente indispensables a una filosofía de la ciencia que pretende dar respuesta a qué es la actividad científica, y qué es la ciencia.

Los estudios que ponen especial énfasis en el análisis cercano y atento de las prácticas de laboratorio, de la práctica experimental real no se definen como estudios naturalistas de la ciencia aunque su filiación naturalista es innegable. La *actividad experimental* surge como nueva categoría de análisis central para ilustrar casi lo más característico o el núcleo central de la actividad científica, una actividad mal comprendida dado su gran nivel de ‘invisibilidad’ y dado el lenguaje deformador de tal práctica en que se expresan sus resultados. La distancia entre la práctica real y lo publicado en informes o resultados ha oscurecido las características reales de tal faceta.

Van Fraassen atiende a esta inquietud al incidir en la construcción de las “apariencias” como procesos de idealización complejos donde la faceta

constructiva es evidente. Un análisis de la naturaleza de los experimentos científicos, de la forma en que se elaboran los informes de observación, la forma en que ciertos resultados numéricos se convierten en datos relevantes se convierte en un asunto central. Los datos no provienen de la naturaleza, sin intervención humana, muy al contrario, sólo surgen de las creencias, expectativas e intervención humanas. Creencias, valores, decisiones, expectativas y teorías entran a formar parte del mismo proceso experimental y la función de éstos no es eliminar aquellos elementos para ‘destilar los datos objetivos’, esos elementos no son eliminables. Aunque ello tampoco nos deja en las manos del constructivismo total y el relativismo por extensión. Se trata de atender a la complejidad del proceso experimental, un proceso a veces cercano a las habilidades artísticas o técnicas, donde los elementos creativos tienen, a menudo, un lugar más privilegiado que los procesos totalmente pautados a priori, y que pueden funcionar como elementos persuasivos más que confirmatorios.

Es obvio que si la filosofía sigue pretendiendo ofrecer una visión de la ciencia, una interpretación adecuada de ella, el punto de partida debe ser precisamente el de atender a la complejidad de este proceso dialéctico entre construcción teórica y la producción de instrumentos y datos así como su procesamiento y análisis en el laboratorio. Hemos ido señalando a lo largo de nuestro recorrido que los tópicos heredados, los argumentos que ilustran la confianza en un orden del mundo que nuestras teorías reflejan, el énfasis en la tarea explicativa de la ciencia, la centralidad de las nociones de ley, causalidad y evidencia son viejos sueños de una orientación de la filosofía de la ciencia caduca y se convierten en totalmente anacrónicos si echamos un vistazo al núcleo de la actividad científica: el laboratorio³⁴⁰.

³⁴⁰ La visita del antropólogo de Latour al laboratorio (Latour, 1987 y Latour y Woolgar, 1979) para observar y describir la cultura propia de ese grupo de humanos no es nuestro modelo por más que nos resulte un tipo de estudios que ofrece datos relevantes al filósofo intérprete. Unos grados adecuados de abstracción nos permite ofrecer una visión, a nuestro juicio, más adecuada de la vida del laboratorio. En este sentido, los análisis de Hacking se revelan más interesantes, sobre todo Hacking (1992).

La construcción de ‘apariencias’ en la terminología de van Fraassen, los ‘sistemas físicos’ en la de F. Suppe o simplemente, y de forma general, los fenómenos, es cada vez más un asunto que se restringe al ámbito del laboratorio ya que incluso disciplinas como la astronomía han dejado de ser estrictamente observacionales para convertirse en una disciplina que procesa y simula imágenes creadas en el marco del laboratorio que luego interpreta en términos del marco teórico con el que el científico está comprometido. Esta relación no es unidireccional sino dialéctica, ya que se producirá una retroalimentación constante entre el nivel experimental y el teórico.

Ello provoca una imagen de la ciencia cuyas características podemos señalar³⁴¹:

- a. *Simbiosis*: Datos, instrumentos e ideas se van ajustando progresivamente en una suerte de autojustificación aunque, también, dada la carga teórica de este concepto, podríamos subrayar la coherencia interna de la imagen científica como resultado del proceso deliberado de selección, demanda e invención de instrumental apropiado para generar datos que permiten desarrollar una hipótesis teórica, al tiempo que esto muestra nuevas líneas de desarrollo experimental. En cualquier caso, los estudios muestran las complejas interacciones entre estos diferentes elementos ofreciendo taxonomías tales como la de Hacking que describen las relaciones entre las ideas, ya sean teorías sistemáticas o hipótesis, o teorías sobre el funcionamiento de aparatos, las cosas, esto es, todo el instrumental técnico, las preparaciones de muestras, los detectores, los generadores de datos, etc, y el mundo de los datos generados, evaluados, reducidos, analizados, y finalmente interpretados. La simbiosis progresiva entre teorías y equipamiento de laboratorio es un hecho en la ciencia madura, evolucionan hacia el ajuste mutuo y por lo

³⁴¹ Sigo en esta caracterización de la vida del laboratorio a Hacking (1992)

tanto, hacia la autojustificación³⁴², hasta el punto que es posible dejar de generar datos no relevantes a la hipótesis teórica. Esta simbiosis, sin embargo, es un hecho contingente, afirma Hacking, y apelar al orden de la realidad subyacente atrapado por nuestras teorías a través de este proceso y explicar así el éxito de tal empresa es el reflejo de una fantasía realista.

- b. *Incommensurabilidad radical*. Dada esta simbiosis y coherencia interna que genera, además, una cierta estabilidad pero que es contingente implica que la variación de un elemento pueda echar por tierra los demás. O, mejor, pueden producirse datos alternativos³⁴³, que surgen debido a estancamiento y revisión de prácticas, a grupos de investigación alternativos con valores diferentes o como resultado de la aplicación de instrumentos más poderosos, que son nuevos tipos de datos no acomodables en el marco de la teoría anterior. La cuestión a resaltar es que, en este caso, la incommensurabilidad de la teoría antigua y la nueva que interpreta esos nuevos datos es radical, como advierte Hacking, ya que no estamos hablando de incommensurabilidad teórica o semántica, sino que ésta se produce al nivel de los instrumentos y datos generados, no interpretables ni acomodables en el marco anterior. Aunque la teoría anterior puede seguir funcionando perfectamente en su dominio de datos, lo que provoca una curiosa imagen de diversidad y localidad de la ciencia³⁴⁴. Esta diversidad es producida fundamentalmente por la producción en laboratorio de fenómenos según técnicas e instrumentos diferentes.

³⁴² Hacking (1992), ed. cast. (1999), 241.

³⁴³ Pueden surgir estos datos de lo que ha dado en llamarse los ‘márgenes de la ciencia’. El parecido de familia con Feyerabend es nuevamente evidente, pero también con los nuevos estudios de la ciencia desde la perspectiva de género, que ha supuesto una crítica radical a muchos aspectos e ideas de la filosofía de la ciencia más tradicional y de las imágenes de la ciencia resultantes. Por ejemplo, M. Eisenhart y E. Finkel (1998). En este caso, los estudios centrados en la organización y valores predominantes en las comunidades científicas han mostrado el conjunto de estrategias desplegadas para contribuir a su sustentación. Es este un aspecto más de esa estabilidad de la ciencia madura.

³⁴⁴ La imagen resultante puede ser muy bien la propuesta por N. Cartwright (1999): un patchwork de teorías, disciplinas y leyes sin un orden jerárquico o relación sistemática.

Constructivismo, simbiosis, estabilidad, contingencia y diversidad, como claves definitorias de la actividad científica, proporcionan una nueva imagen de la ciencia. La abstracción y elaboración conceptual propias de la filosofía son las herramientas utilizadas por Hacking, en este caso, para proporcionarnos una visión sobre la ciencia y no una descripción sociológica o antropológica del colectivo que hace ciencia o desarrolla una cultura científica propia, entendible desde los recursos de estas ciencias sociales. La naturalización de la filosofía de la ciencia, aunque sea como orientación metodológica y no reductiva es una opción que no compartimos por más que todos estos estudios con base u orientación naturalista proporcionan descripciones de gran valor para la tarea filosófica.

2. El diálogo filosófico: interpretación y evaluación.

La conclusión de los enfoques naturalistas de que la ciencia es un fenómeno natural³⁴⁵ es una afirmación verdadera e inocua. Lo que no es inocuo, a juicio de van Fraassen³⁴⁶ es lo que la conclusión insinúa. La insinuación de que tras una *apropiada desinfección y esterilización de la discusión filosófica*, todas las cuestiones que conciernen a valores son sistemáticamente eliminadas a favor de las cuestiones factuales, de las cuales los términos evaluativos están ausentes, ya sea por que es posible su reducción o su eliminación.

En otras palabras, naturalizar la filosofía de la ciencia, eliminar lo característico del diálogo filosófico a favor de una ciencia empírica de la ciencia, factual, alejada de las argumentaciones y la elaboración conceptual propias de la reflexión de segundo orden significaría la muerte de la reflexión filosófica.

³⁴⁵ Aunque a tenor de lo expuesto respecto al núcleo central de la actividad científica, la vida del laboratorio, más que ‘natural’ parece que se le aplique el término ‘artificial’ mucho más apropiadamente, en tanto se constituye en base a actividades contextuales y guiadas por valores. En realidad “para ser un buen naturalista en filosofía de la ciencia conviene defender una filosofía artificializada de la ciencia, y no una filosofía naturalizada”. Esta es la tesis de J. Echeverría (1999), 347.

³⁴⁶ van Fraassen (1992):

Aunque también es cierto que no puede seguir viviendo con los ropajes tradicionales que la abocan a la opción de uno de los pares de la dicotomía descriptivo-normativo para definir su tarea.

La filosofía es *interpretación de*, la filosofía de la ciencia propone una interpretación de la ciencia, y el objetivo es obtener una comprensión de tal proceso o actividad o cuerpo de conocimiento, objetivos sólo alcanzables a través del diálogo entre participantes en tal empresa. El éxito o fracaso explicativo es también relativo al acuerdo entre los participantes de tal diálogo, tanto con respecto a las clasificaciones de hechos como con respecto a la evaluación de su relevancia y significación. Los participantes del diálogo filosófico comparten y parten de una base común, de unos acuerdos básicos, o pueden llegar a establecerlos, y valores que provienen de la cultura, y momento histórico al que pertenecen. La interpretación empírico-constructivista de la ciencia ofrece una visión de la ciencia, una concepción de tal actividad consecuente con tal hecho: la ciencia es una empresa intelectual altamente admirada, paradigma de la investigación racional, pero también sometida a la crítica profunda para evitar la instauración dogmática en cualquier cuerpo de conocimiento que, por definición, será siempre parcial y tentativo, evitando tanto nuestras inclinaciones al confort realista de la creencia en un orden subyacente que nuestra ciencia alcanza a entrever, como la disolución de normas y orientaciones en las redes de intereses e ideología que plagan las comunidades científicas.

Así, por ejemplo, convirtamos al empirismo constructivista en una hipótesis empírica a ser investigada por los sociólogos de la ciencia. Si el empirismo afirma que los científicos reales no creen, generalmente, en lo que dicen sus mejores teorías acerca de los objetos y procesos inobservables, argumenta el sociólogo, es una hipótesis errónea ya que los científicos se comprometen y defienden los marcos teóricos que sustentan y generalmente creen en la existencia de las entidades que tales teorías postulan. Pero el error está en afirmar la equivalencia de los aspectos intencionales de la ciencia con las intenciones y opiniones de los científicos.

En su trabajo, el científico se compromete como participante en la búsqueda de la adecuación empírica. Es una cuestión abierta, si como individuo, cree que las teorías aceptadas son verdaderas, si cree que su trabajo le llevará a descubrir el plan de la creación de Dios, si está en el camino del descubrimiento de las leyes de la naturaleza, o si sus experimentos le permitirán descubrir la estructura de ciertas entidades inobservables en cuya existencia cree. Por lo tanto, la tesis de que el científico busca la adecuación empírica más que la verdad o la aproximación a ella es compatible con las opiniones o creencias de los científicos individuales. Y dada esta compatibilidad, una investigación sociológica sobre este punto es irrelevante³⁴⁷. Los científicos participan en una empresa común, empresa en la que definen que el criterio del éxito es la adecuación empírica de las teorías que producen, aunque también pueden definir otros criterios como relevantes. La filosofía de la ciencia da cuenta de ello reflexionando sobre el objetivo de la ciencia y sobre las creencias u opiniones implicadas en la aceptación de las teorías, sobre los aspectos intencionales de la ciencia que se reflejan en el conjunto de prácticas y valores que la comunidad científica diseña y sustenta.

La tesis es que la filosofía no sobrevive si pretendemos ponerla al mismo nivel que las disciplinas empíricas sobre las que reflexiona y lo cierto es que este es el resultado de incluir en la misma corriente de desechos la orientación de una filosofía y los tópicos centrales de tal filosofía. Quizá no debe abogarse por desprenderse de todo tan rápidamente ya que la cuestión: ¿qué son las teorías y cómo se elaboran y sustentan? sigue siendo una pregunta fundamental y central en la filosofía de la ciencia por más que ésta ya no sea un proyecto fundacionalista y haya superado su autismo formal, como hemos ido argumentando a lo largo del texto.

³⁴⁷ van Fraassen (1994c), 181

3. El estilo de van Fraassen: la actitud empirista.

Un estilo define el carácter especial o el modo de expresar los conceptos que un autor da a su obra. Aplicado fundamentalmente a las actividades artísticas³⁴⁸ este concepto ilustra igualmente el nuevo carácter de la filosofía de la ciencia que estamos tratando de definir y defender. El concepto de estilo sugiere inmediatamente el de imaginación creativa e interpretación, y en el caso de la filosofía esto se traduce en elaboración conceptual, capacidad de imaginar y crear nuevas categorías o conceptos que permitan ilustrar e interpretar características propias de su objeto de reflexión, en este caso la actividad científica y el resultado de tal actividad, las teorías y tecnologías.

Un estilo filosófico define las cuestiones que conforman su objeto central de reflexión, y las normas o criterios bajo los que se evalúan o valoran los resultados, criterios de éxito, de productividad, estéticos, etc. También muestra sus concepciones sobre los tópicos asociados a tal actividad: una teoría científica, o un modelo explicativo, una teoría acerca de cómo se construyen los hechos en el laboratorio, sobre cómo van de la mano datos y teorías, sobre cómo son usadas éstas para responder a las cuestiones que se definen como relevantes en un contexto histórico determinado, refiriéndonos a algunas de las cuestiones que interesa a la filosofía de la ciencia, pero, sobre todo, ofrece un enfoque, unas “lentes” determinadas que permite proyectar luz sobre zonas ensombrecidas desde otros enfoques alternativos.

Parecería que el resultado inevitable al que nos lleva esta línea de análisis es a la admisión de la existencia de multitud de enfoques al mismo nivel, cada uno con un conjunto particular de valores, criterios y tópicos preferidos, igualmente consistentes, tal como las posturas epistemológicas postmodernas nos

³⁴⁸ También es aplicado de forma fructífera al análisis de la historia de la ciencia, como una suerte de puesta en práctica de diferentes estilos de razonamiento científico e imaginación creadora. La historia de la ciencia es comprendida como el resultado de la aplicación de diferentes estilos de pensamiento científico, y producto de procesos de mutación tanto como de continuidad de tales estilos de pensamiento. Este es el enfoque de A. C. Crombie (1994)

inducen a admitir. Y es cierto que, llegados a este punto, esa es la única salida, la única coherencia posible es la interna a cada enfoque o perspectiva.

Van Fraassen defiende, antes de que nos veamos abocados a este final, que acometer el estudio filosófico de la ciencia y la propia disciplina debe tener como punto de partida la actitud escéptica, autocrítica y empirista. En rigor, hay multitud de enfoques pero sólo dos actitudes desde la que comenzar el análisis y la elaboración conceptual: desde tópicos heredados o desde la actitud escéptica, empirista y crítica³⁴⁹ que permite acometer la tarea interpretativa sin lastres.

Tal actitud empirista, crítica y escéptica le permite a van Fraassen realizar su viaje “deconstructivo” y su propuesta filosófica del empirismo constructivista. El estilo de van Fraassen puede ser expuesto en los siguientes puntos:

- a. Desde el escepticismo y empirismo hemos observado que la Filosofía de la ciencia está plagada de compromisos metafísicos, como ilustramos en el análisis de las propuestas filosóficas que giraban alrededor de la noción de ley, o de prejuicios positivistas aún no eliminados, como mostramos en el caso de la noción de explicación aún localizada entre los problemas semánticos y no entre los pragmáticos, considerándola como aplicación de las teorías aceptadas, o como fuente de tal aceptación pero sin incidir en la faceta pragmática implicada en la misma noción de aceptación, olvidando que somos

³⁴⁹ Tenemos varios modelos en mente a los que acudir para ilustrar esta actitud: la actitud de la crítica feminista de la ciencia, por ejemplo, y en concreto, la posición del empirismo contextual defendido por H. Longino (1990), (1993) y (1996), para quien precisamente la posibilidad de una ciencia futura no androcéntrica debe afirmarse no desde la condena absoluta de la ciencia sino desde la puesta en marcha de la actitud crítica tanto ante los valores externos que se introducen en una ciencia que es permeable a ellos como ante los criterios internos metodológicos y las normas que definen tal práctica. También es la actitud presente en los escritos de relevantes científicos de la época moderna, la nueva ciencia según Bacon, Descartes o Lavoisier, entre otros, era mejor entendida si se ‘partía de cero’, con una mente crítica y escéptica que fuera capaz de liberarse de los ‘ídolos’, procediendo según la ‘duda metódica’ o como si de un ‘juego de niños’ se tratara, que siendo sabios en toda la filosofía de la antigüedad. Es la actitud también expresada por Kant en los *Prolegómenos* al confesar que Hume interrumpió su adormecimiento dogmático, dando a sus investigaciones un carácter completamente diferente. Esta es, según Van Fraassen, una ilustración perfecta de la actitud empirista, aunque Kant no se definiera como tal.

nosotros, la comunidad epistémica, la que decide aceptar o no y que ello no se produce ‘a la luz de la mera evidencia’, concepto que, tal como nuestro análisis también ha mostrado, ya no puede seguir viviendo bajo el ropaje de la objetividad.

- b. Procediendo al análisis pormenorizado de tales asociaciones de conceptos advertimos los sesgos, los tópicos heredados, que perviven bajo argumentos de nuevo cuño. Es el caso de los realismos que van Fraassen analiza. Se deconstruyen tales supuestos investigando sus orígenes y las cadenas de argumentos que los sostienen. De esta forma, es posible ‘detectar o diagnosticar el mal’ y aislar las cuestiones.
- c. La solución no es definitiva ni única, se muestran las posibilidades. En analogía con la propia actividad científica en el caso de las propuestas de hipótesis diferentes en Mecánica Cuántica a las que se ‘permite vivir’ (sin que las controversias deban resolverse cuanto antes) como nuevas fuentes de creatividad. Y en analogía también con el probabilismo no bayesiano propio de la libre aceptación o rechazo de un marco o propuesta científica. El resultado es una combinación de compromiso y promoción de la proliferación, no siendo éstas actitudes contradictorias.

Este es el procedimiento seguido por van Fraassen para ilustrar los supuestos ‘metafísicos’ y tópicos heredados presentes en los argumentos realistas tal como hemos ido mostrando a lo largo de nuestro recorrido al tiempo que la posibilidad del empirismo constructivista se va diseñando como el conjunto no sólo de unas tesis más plausibles o comprensivas de la actividad científica, como una visión de la ciencia más adecuada sino, al tiempo, como una nueva forma de enfocar y definir la tarea de la filosofía de la ciencia. Una filosofía de la ciencia comprometida con la tarea de la interpretación de la complejidad, sofisticación y contextualidad de la construcción, evaluación y defensa del conocimiento científico

EPILOGO

El empirismo constructivista de van Fraassen y el empirismo contextual de H. Longino.

La crítica a la filosofía ‘purista’ de la ciencia que cierra los ojos a la consideración de la innegable influencia del ‘background’ de asunciones y la constatación de que la ciencia es permeable y está sujeta a un contexto cultural y social que juega un rol importante en la práctica misma de la ciencia a todos los niveles, desde el diseño experimental, a la recogida de datos, las decisiones acerca de la relevancia de éstos, la formulación de hipótesis, la evaluación de las explicaciones y las predicciones; la crítica, decimos, a una filosofía que pretende reforzar una y otra vez la idea de la posibilidad del aislamiento de los recursos y estrategias científicas de las influencias sociales, es aún más evidente en los trabajos de muchas filósofas, científicas e historiadoras críticas de la ciencia. Es el caso de Elizabeth A. Lloyd³⁵⁰ quien en el marco de la Concepción Semántica de las teorías, seguidora del enfoque de van Fraassen³⁵¹, se compromete también con la crítica feminista de la ciencia con importantes trabajos centrados en el análisis de los sesgos de género en la elaboración, defensa y sustentación de hipótesis biológicas. En este caso, las ‘asunciones pre-teóricas’ juegan un papel fundamental en la construcción de las explicaciones evolucionistas, por ejemplo,

³⁵⁰ Fundamentalmente E. Lloyd (1988) y (1996)

³⁵¹ Su texto de 1988 constituye una de las aplicaciones más exitosas del enfoque de van Fraassen a la clarificación y análisis de la estructura de la teoría evolucionista y su confirmación. John Beatty y Paul Thompson han argüido igualmente que el enfoque semántico ofrece una mejor manera de describir la teoría evolucionista que los enfoques deductivistas más tradicionales, sobre todo porque ofrece una mejor consideración de las leyes, o, más exactamente, una visión más consecuente con el hecho de la ausencia de ellas en la teoría evolucionista moderna. (Thompson 1983, 1986, y 1988; Beatty 1980, 1981, y 1987).

sobre la sexualidad humana tal como muestra en su trabajo de 1996.

E. Lloyd se define también seguidora del enfoque de Helen Longino, y su caracterización de la objetividad en ciencia como el resultado de la interacción crítica de diferentes grupos e individuos con diferentes asunciones sociales y culturales y diferentes intereses. Bajo esta consideración, la irreductibilidad de los componentes sociales de la práctica científica no nos aboca a la posición relativista, sino a la necesidad de considerar una visión más compleja, sofisticada y comprensiva de la producción y evaluación del conocimiento científico.

Pero, sobre todo, esta caracterización de la empresa científica viola nuestra común comprensión filosófica de cómo llegamos a tener creencias científicas, sobre cómo es creado el conocimiento, y cómo funciona la ciencia. En realidad si lo filósofos siguen llamando ciencia sólo a lo que obedece las demandas de la filosofía tradicional, nos quedaríamos sólo con algunas partes de la física y las matemáticas, y el resto de las disciplinas o campos de estudio simplemente no podrían ser calificados como tal³⁵².

A través del puente trazado por los trabajos de E. Lloyd, advertimos que el empirismo constructivista y el empirismo contextual comparten más que casuales puntos de encuentro. El énfasis en las facetas crítica y dialógica de la construcción científica y la elaboración filosófica de una visión sobre ella, define ambas prácticas como tareas esencialmente interpretativas del mundo o de la imagen científica de él, una interpretación que siempre se da en un contexto social, cultural e histórico.

La coincidencia en la terminología elegida por el empirismo contextual y el constructivista es, según Giere, una *coincidencia desafortunada*³⁵³ porque el debate realismo-empirismo en la filosofía general de la ciencia se refiere a los tipos de compromisos epistémicos acerca de las entidades o propiedades

³⁵² E. Lloyd (1996), 100

³⁵³ R. Giere (1999), 215 y ss.

‘inobservables’ o ‘teóricas’, donde el empirista restringe sus compromisos a los fenómenos observables y los realistas no hacen tal restricción, mientras que el empirismo contextual y feminista es la posición que establece que hay sesgos de género en la ciencia pero que pueden ser detectados usando los métodos científicos estándar, de tal manera que es neutral respecto al debate entre empiristas y realistas en la filosofía general de la ciencia. Ser empirista, a juicio de Giere, sería un compromiso adicional de una empirista contextual y feminista, lo que por supuesto, puede significar que también puede ser realista. Es más, adoptar un realismo perspectivista que ya ha renunciado a seguir hablando en términos de ‘verdad’, que es además compatible con un consecuente naturalismo que define las capacidades humanas a través de su desarrollo cognitivo natural al tiempo que cultural e histórico, por lo cual es perfectamente comprensible *que tales agentes proyecten sus valores culturales, incluyendo valores de género, en los modelos que desarrollan para explicar los fenómenos del mundo*³⁵⁴, es perfectamente compatible con lo que las filósofas de la ciencia feministas mantienen.

Helen Longino, es sin embargo, muy clara respecto a su posición:

*La visión del conocimiento y el razonamiento científicos que he desarrollado y aplicado en este libro viene a ser una visión empirista. Es, de todos modos, un tímido, modesto empirismo, que rehuye postulados de significado metafísico y se restringe él mismo a la epistemología: lo que podemos conocer es lo que podemos experimentar*³⁵⁵.

Desde este punto de vista, las estrategias encaminadas a ‘invisibilizar’ los conjuntos de valores o supuestos de fondo en nombre de una cierta estabilización o normalización de la ciencia con objeto de eliminar la proliferación de interpretaciones es una estrategia totalmente criticable. En línea con Feyerabend, Longino insiste en que esto lo que produce es el desaliento en la investigación de

³⁵⁴ Ibid., 216

³⁵⁵ H. Longino (1990), 271. Hago uso de la traducción del cap. 10 de este libro realizada por Angel Molla Pino en A. Ambroggi (1999), 271-291

marcos alternativos, cercenando las posibilidades de aparición de nuevas intuiciones e interpretaciones que sólo pueden surgir de la defensa de la relevancia de valores alternativos. Mantener los supuestos en la invisibilidad elimina la posibilidad de la elaboración creativa de ideas alternativas. Tal postura fue también subrayada en van Fraassen³⁵⁶ y, aún más, el concepto de compromiso³⁵⁷ diseñado por él como elemento clave en los procesos de aceptación de teorías mantiene también, a nuestro juicio, un paralelismo con el tipo de actitud defendida por H. Longino como propia del investigador, resaltando que hacer explícitos tales compromisos y valores por parte de la científica es, en realidad, una medida de la integridad y honradez de tal quehacer, al permitir que sus valores desempeñen un papel en su trabajo científico.

Es más, si se tiene en cuenta que “dejar que los datos sugieran” no es más que la perfecta estrategia para que los valores e ideología dominantes dirijan tal quehacer³⁵⁸ al tiempo que se presenta con un barniz de neutralidad que sabemos que no es real, explicitar los compromisos es la mejor estrategia para minimizar la influencia de valores no deseables en la práctica y toma de decisiones científicas.

Este hecho sólo es abarcable desde un enfoque que define la práctica científica como aquella que permite la proliferación de interpretaciones, la sugerencia de diferentes modelos en base a los que ordenar, medir e interpretar los fenómenos y la propia tarea filosófica como interpretación de tal actividad

³⁵⁶ Sobre todo en sus trabajos dedicados a la defensa de la filosofía como *interpretación de*, más cercana a las disciplinas artísticas y a la defensa, de forma paralela, de una visión de la actividad científica como proliferación de hipótesis alternativas, donde cada nueva interpretación posible es un nuevo núcleo de desarrollo creativo de la teoría o marco interpretativo del mundo, en clara recurrencia a Feyerabend. Esta situación es aún más evidente en un marco como el de la Mecánica Cuántica, donde la supervivencia de una hipótesis sólo es posible si obedece unos altos estándar de rigor, y dada esta condición encontramos más de una interpretación, que lejos de producir el desasosiego realista de la pérdida de certidumbre, puede ser valorada, como hace el empirista, como la fuente de una mayor y más compleja comprensión de la teoría y de las formas en que nuestro mundo puede ser. (van Fraassen, 1993 y 1994 b)

³⁵⁷ Si bien van Fraassen no habla de ‘valores’(sean estos sociales o internos a la metodología y prácticas científicas, aunque tal diferenciación no muestra unos límites nítidos) entendemos que el concepto de compromiso presente en la aceptación de las teorías, el compromiso de su defensa y desarrollo, puede incorporar los matices y demandas de H. Longino, en un marco general empirista, crítico y contextualista.

³⁵⁸ H. Longino (1990), cap. 10

interpretativa. Este enfoque empirista defiende que tales valores que guían las diferentes interpretaciones son valores cognitivos contextuales e históricos, tanto en ciencia como en filosofía. H. Longino define esta visión del conocimiento científico como un empirismo contextual que, sostengo, es muy cercana a la de van Fraassen, en los siguientes términos: *es empirista por el trato que le da a la experiencia como base para el conocimiento en la ciencia. Es contextual por su insistencia en la relevancia del contexto –tanto el contexto de los supuestos que sustentan al razonamiento como el contexto social y cultural que sustenta la investigación científica- para la construcción del conocimiento*³⁵⁹. Y continúa más adelante, diferenciando entre la dimensión empírica, observacional y experimental y la dimensión teórica, estableciendo que el razonamiento evidencial depende del contexto o, lo que es lo mismo, las hipótesis que se fundan en un conjunto de datos cambiarán en la medida en que cambie el contexto, esto es, *nuestros juicios* acerca de los datos variarán, cambiarán su centralidad, serán dejados de lado a favor de otros, etc³⁶⁰, pero ello no nos aboca al relativismo, ya que no todas las afirmaciones, por muy contextuales que sean, tienen las mismas consecuencias epistémicas.

Un análisis adecuado, tanto del mundo de la experiencia base de la ciencia, como del sujeto investigador y las comunidades de científicos, así como del manejo de unas adecuadas nociones aplicables a la descripción de los

³⁵⁹ H. Longino (1990). Trad. de Angel Molla en Ambroggi (1999),276

³⁶⁰ Esta idea enlaza perfectamente con la imagen de la ciencia que nos proporciona Hacking, y en concreto cómo una nueva idea de inconmensurabilidad directa surge si atendemos precisamente a esta característica, al hecho de que la relevancia de ciertos datos cambie dada una nueva hipótesis o a propósito de unos nuevos estándar de revisión, o tomas de decisión de los científicos. En este nuevo marco definido de crítica e intersubjetividad no suponen necesariamente un nuevo episodio de puesta en marcha de intereses diferentes (sean profesionales, comunitarios, o sociales en general, según la caracterización de Shapin (1982), 175 y ss) tal como sostienen gran parte de los enfoques sociológicos, sino que tales revisiones se dan en un marco donde los valores en general, son valores contextuales y no tiene sentido distinguir entre estos y los ‘internos’ o constitutivos de la metodología científica. Tal como subraya E. Pérez Sedeño, los resultados descriptivos de disciplinas como la sociología, la antropología y la historia de la ciencia muestran cómo los valores que pertenecen al contexto sociocultural en el que se hace ciencia, guían la investigación, determinan qué hipótesis seleccionar o limitan qué vamos a conocer, pero ello no significa que se interprete necesariamente el conocimiento científico como reducible a mera historia, sociología o ideología. (E. Pérez Sedeño, 1999a, 261). Esta línea de trabajo la presenta también en trabajos tales como Pérez Sedeño (1995) y (1999b).

procesos implicados en la construcción del conocimiento, a nuestro juicio, implica finalmente la defensa de este empirismo como enfoque global en la medida en que ilumina el tipo de proceso interactivo y constructivo entre la realidad y los sujetos investigadores, más que cualquier otro enfoque. *Lo que constituye 'nuestro mundo' no es una cosa dada sino un producto de la interacción entre la realidad externa material que es 'el mundo' y nuestras propias necesidades intelectuales y pragmáticas*³⁶¹.

Recordemos que en el marco del empirismo constructivista valorábamos que el modelo del mapa como representación constructiva, pero *representación de* al fin y al cabo, defendida por Giere, no daba cuenta del hecho de que respecto a los mapas nos posicionamos, para construirlos, para interpretarlos, para usarlos convenientemente. En otras palabras, que era necesaria la 'auto-localización' con respecto a ese mapa para usarlo convenientemente. Este matiz es tremendamente interesante porque, a mi juicio, revela lo distintivo del empirismo constructivista o contextualista: *no son nuestros deseos, creencias o valores, ni convenciones sociales las que hacen que un medidor registre un 10 (...). Que describamos lo que ha pasado como que ha alcanzado el grado diez más que describirlo como intenso, o teniendo cierta densidad o color, o cualquier otra cosa, podríamos decir que sí es una cuestión social: una función del lenguaje y de los instrumentos disponibles y del tipo de información que consideramos que es importante tener.*³⁶² Y todo ello forma parte del conjunto de razones pragmáticas que están a la base de la aceptación de las teorías.

Veamos aún más matices de la propuesta del empirismo feminista de Longino, matices que, tratamos de defender, mantienen una filiación importante con la propuesta de van Fraassen. En algunos de sus artículos³⁶³, Helen Longino se sitúa en el contexto de la concepción semántica de las teorías para atender al hecho de que concebir las teorías como modelos parciales y tentativos de las

³⁶¹ Ibid., 278. Esto nos acerca nuevamente, como vimos en el enfoque de la aceptación de las teorías de van Fraassen, a las tesis del Pragmatismo americano.

³⁶² Ibid., 278

³⁶³ Fundamentalmente en Longino (1993), 264-279

porciones de mundo que queremos conocer implica también concebir tal tarea como una tarea eminentemente práctica e intencional, esto es, los modelos guían las interacciones e intervenciones que buscamos. La adecuación de un modelo no es sólo una función de isomorfismo de una de las interpretaciones de la teoría y una porción del mundo, sino también del hecho de que las relaciones que muestra sean aquellas en las que estábamos interesados³⁶⁴. En otras palabras, la interpretación modelo teórica nos permite evaluar las teorías en relación a nuestros objetivos tanto como en relación al isomorfismo entre el modelo y el dominio modelado. Ello significa además que es posible admitir la adecuación de diferentes e incompatibles modelos que sirvan a diferentes e incompatibles objetivos³⁶⁵.

Esta consecuencia es, a mi juicio, extraña a cualquier marco realista, ya que permite la proliferación, el pluralismo teórico o la diversidad. El test de la adecuación empírica es el mínimo requerido pero, una vez aceptados los modelos implica concebirlos como ‘guías expertos’ para dirigir nuestras interacciones e interpretaciones del mundo, al tiempo que implica también concebir la investigación científica y el conocimiento como investigación en marcha. El conocimiento científico, mantiene Longino, y suscribiría van Fraassen, no es el punto final estático de la investigación sino la expresión cognitiva e intelectual de una continua interacción con nuestro medio natural y social³⁶⁶. Un cuerpo de diversas teorías que cambian a través del tiempo en respuesta a los cambios de necesidades cognitivas de aquellos que desarrollan y usan las teorías, en respuesta a nuevas cuestiones o datos empíricos anómalos, etc.

Adecuación empírica, investigación en marcha que implica el compromiso con un marco determinado pero que permite, al tiempo, la proliferación teórica, la consideración de los modelos como ‘guías expertos’ y la defensa de objetivos histórica y contextualmente relativos, puesto que nuestras interpretaciones del

³⁶⁴ Ibid., 275

³⁶⁵ Ibid., 276

³⁶⁶ Ibid., 276

mundo son herederas de una cultura e historia, son todos ellos elementos para una filosofía de la ciencia empirista, constructivista y contextual.

Finalmente, comparten Longino y van Fraassen algunas reflexiones sobre la importante función y protagonismo del *diálogo crítico*³⁶⁷. En el marco de las comunidades científicas tal diálogo entre los distintos interlocutores no tiene como objetivo la búsqueda de ‘un consenso universal’, de una única interpretación plausible, tratando de resolver las controversias cuanto antes, como defendería un realista, sino que la consecuencia de tal diálogo crítico es el continuo refinamiento, corrección, rechazo o defensa de un modelo, así como revisiones de criterios evaluativos, o criterios de éxito que aplicar a los modelos propuestos. En el marco de la filosofía de la ciencia, tal práctica permite una mayor comprensión de los procesos y valores implicados en la construcción de la imagen científica del mundo.

³⁶⁷ Ibid., 277.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

ACHINSTEIN, P., (1965), 'The Problem of Theoretical Terms', *American Philosophical Quarterly*, 2, 475-510.

ADAMS, E. W., (1959), 'The Foundations of Rigid Body Mechanics and the Derivation of Its Laws from those of Particle Mechanics', en Henkin, Suppes y Tarski, (eds.), *The Axiomatic Method*. Amsterdam, North Holland.

AMBROGI, A.,(ed.), (1999), *Filosofía de la Ciencia. El giro naturalista*. Universitat de les Illes Balears.

ARMSTRONG, D.M., (1983), *What is a Law of Nature?*. Cambridge Studies in Philosophy. Cambridge University Press.

ASQUITH, P. y KYBURG, H., (eds.), (1979), *Current Research in Philosophy of Science*. Proceedings of the PSA Critical Research Problems Conference. East Lansing, Michigan.

BALZER, W. y MOULINES, C. U., (1980), 'On Theoreticity', *Synthese* 44, 467-494. Reidel Publishing Co.

-(eds.), (1996), *Structuralist Theory of Science. Focal Issues, New Results*. Walter de Gruyter. Berlin.

BALZER, W.; MOULINES, C. U. y SNEED, J., (1986), 'The Structure of Empirical Science: Local and Global' en Barcan Marcus et al., (eds.), *Logic, Methodology and Philosophy of Science VII*. Elsevier Science Publisher B. V., 291-306.

-(1987), *An Architectonic for Science. The Structuralist Program*. Synthese Library. Reidel Publishing Co.

-(eds.) (1998), *Structuralist Representation of Knowledge*, Rodopi, Amsterdam.

BAR-HILLEL, Y., (1970), 'Neo-Realism vs. Neopositivism: A Neo-Pseudo Issue' en Bar-Hillel, *Aspects of Language*. Jerusalem, Magnes Press

BEATTY, J., (1980), 'Optimal Design Models and the Strategy of Model Building in Evolutionary Biology', *Philosophy of Science* 47, 532-561

-(1981), 'What's Wrong with the Received View of Evolutionary Theory?'. PSA 1980, vol. 2, East Lansing, Mich.: Philosophy of Science Association, 397-426.

-(1987), 'On Behalf of the Semantic View'. *Biology and Philosophy*, 2, 17-23.

- BETH, E.,(1960), 'Semantics of Physical Theories', *Synthese*, 12.
- BIGELOW, J. y PARGETTER, R., (1990), *Science and Necessity*. Cambridge Studies in Philosophy. Cambridge University Press.
- BOYD, R. N., (1984), 'The Current Status of Scientific Realism' en Leplin (1984), 41-82
- (1985), 'Lex Orandi est Lex Credendi', en Churchland y Hooker (1985), 3-34.
- BRADIE, M., (1994), 'Epistemología desde un punto de vista evolutivo'. Trad. cast. en A. Ambrogi (ed.), (1999), 163-190
- BROWN, J.R., (ed.), (1984), *Scientific Rationality. The Sociological Turn*. Dordrecht, Reidel.
- CAMPBELL, D., (1974), 'Evolutionary Epistemology', en P. A. Schlipp (ed.), *The philosophy of Karl Popper*, La Salle. Open Court, 413-463.
- CARNAP, R., (1956), 'The Methodological Status of Theoretical Concepts', en Feigl y Scriven (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. 1. Trad. Cast. en Olivé, L. y Pérez Ransanz, A.R. (comps.), (1989), 70-115.
- CARROLL, J. W., (1994), *Laws of Nature*. Cambridge Studies in Philosophy. Cambridge University Press.
- CARTWRIGHT, N., (1983), *How the Laws of Physics Lie*. Oxford University Press.
- (1989), *Nature's Capacities and Their Measurement*. Clarendon Press. Oxford.
- (1999), *The Dappled World. A Study of the Boundaries of Science*. Cambridge University Press.
- CHURCHLAND, P. M., (1979), *Scientific Realism and the Plasticity of Mind*. Cambridge Cambridge University Press.
- (1985), 'The Ontological Status of Observables: In Praise of the Superempirical Virtues', en Churchland y Hooker (eds.), 35-47.
- (1989), *A Neurocomputational Perspective: The Nature of Mind and the Structure of Science*. Cambridge, MIT Press
- CHURCHLAND, P. M. y HOOKER, C. A., (eds.), (1985), *Images of Science*. Chicago, The University of Chicago Press.

COLODNY, R., (ed.), (1972), *Paradigms and Paradoxes: The Challenge of Quantum Domain*, Pittsburg, Univ. Pittsburg Press.

CROMBIE, A.C., (1994), *Styles of Scientific Thinking in the European Tradition*. 3 Vol. London, Duckworth.

CUSHING, J.; DELANEY, G. y GUTTING, G., (eds.), (1984), *Science and Reality*. Notre Dame, University of Notre Dame Press.

DALLA CHIARA, M. L. y TORALDO DI FRANCA, G., (1973), 'A Logical Analysis of Physical Theories', *Rivista di Nuovo Cimento*, 2, 3, pp. 1-20.

DESCARTES, R., (1636), *Discurso del Método*. Ed. cast (1982), Madrid, Akal.

DEVITT, M., (1984), *Realism and Truth*. (2nd ed. with a new afterword, 1997), Princeton, N. J. Princeton university Press.

DIEDERICH, W., (1996), 'Structuralism as Developed within the Model-Theoretical Approach in the Philosophy of Science', en Balzer y Moulines (eds.), 15-21

DÍEZ, J. A., (1997a), 'A Hundred Years of Numbers. An Historical Introduction to Measurement Theory. Part I: The Formation Period', *Studies in History and Philosophy of Science* 28, 1, pp.167-181.

-(1997b), 'A Hundred Years of Numbers. An Historical Introduction to Measurement Theory. Part II: Suppes and the Mature Theory', *Studies in History and Philosophy of Science* 28, 2, 237-265.

DÍEZ, J. A. y MOULINES, C. U., (1997), *Fundamentos de Filosofía de la Ciencia*. Editorial Ariel. Barcelona.

DICKSTEIN, M., (ed.), (1998), *The Revival of Pragmatism*. Duke University Press. Durham, North Carolina.

DILWORTH, C., (1981), *Scientific Progress: A Study Concerning the Nature of the Relation Between Successive Scientific Theories*. Reidel, Dordrecht.

DRETSKE, F. I., (1977), 'Laws of Nature', *Philosophy of Science* 44, 248-268.

EARMAN, J., (ed.), (1983), *Testing Scientific Theories*. Minnesota Studies in the Philosophy of Science, Vol. X. Minneapolis, University of Minnesota Press.

-(1992), *Bayes or Bust?. A Critical Examination of Bayesian Confirmation Theory*. The MIT Press. Massachusetts.

ECHEVERRÍA, J., (1989), *Introducción a la metodología de la ciencia. La filosofía de la ciencia en el siglo XX*, Barcanova, Barcelona.

-(1993), 'El concepto de ley científica' en Moulines (ed.), 57-88.

-(1999), '¿Naturalizar o artificializar la filosofía de la ciencia?. Los ejemplos de la educación científica y la teleciencia'. En A. Ambrogi (ed.), 343-366.

EISENHART, M. y FINKEL, E., (1998), *Women's Science. Learning and Succeeding from the Margins*. Chicago, The University of Chicago Press.

ELLIS, B., (1985), 'What Science aims to Do', en Churchland y Hooker (eds.), 48-74.

-(1990), *Truth and Objectivity*. Basil Blackwell. Oxford and Cambridge, MA.

ELSTER, J., (1979), *Ulises y las sirenas*. Ed. Cast. (1989), México, FCE.

FEIGL, H., y MAXWELL, G., (eds.), (1961), *Current issues in the Philosophy of Science*. N. York., Holt, Rinehart & Winston.

FEYERABEND, P. K., (1970), *Contra el Método*. Ed. cast. (1974), Barcelona. Ariel.

-(1977), 'Changing Patterns of Reconstruction', *The British Journal of Philosophy of Science*, 28, 351-369.

-(1989), *Límites de la Ciencia. Explicación, reducción y empirismo*. Trad. Cast. de *Realism, Rationalism and Scientific Method. Philosophical Papers, I*, cap. 4 (1962), Barcelona. Paidós.

-(1994), 'Quantum Theory and our view of the world', en J. Hilgevoord (ed.), 149-168.

-(1996), *Ambigüedad y armonía*. Ed. cast. (1999), Barcelona, Paidós.

FORGE, J.C., (1982), 'Physical Explanation: With reference to the Theories of Scientific Explanation of Hempel and Salmon' en McLaughlin (ed.), 211-229

FOX KELLER, E. y LONGINO, H., (eds.), (1996), *Feminism & Science*. Oxford Readings in Feminism. Oxford University Press.

FRANKLIN, A., (1988), 'Experiment, Theory Choice, and the Duhem-Quine Problem' en D. Batens y J.P. van Bendegem (eds.), *Theory and Experiment*. Dordrecht. Reidel, 141-158

-(1990), *Experiment, right or wrong*. Cambridge, Cambridge University Press.

GALISON, P., (1987), *How Experiments End*. Chicago, University of Chicago Press.

GIERE, R. N., (1979), *Understanding Scientific Reasoning*, Harcourt Brace College Publishers. (fourth edic. 1997)

-(1983), 'Testing Theoretical Hypotheses' en J. Earman (ed.), 269-298

-(1984), 'Towards a Unified Theory of Science' en T. Cushing, C.F. Delaney and G. Gutting (eds.), 5-31

-(1985a), 'Constructive Realism' en P. Churchland and C. Hooker (eds.), 75-98.

-(1985b), 'Philosophy of Science Naturalized', *Philosophy of Science*, 52, 331-56. Trad. Cast. en A. Ambrogi (ed.), 103-134.

-(1987), 'The Cognitive Study of Science', en Nancy J. Nersessian (ed.), 139-159

-(1988), *Explaining Science. A Cognitive Approach*. The University of Chicago Press.

-(1992), 'Cognitive Models of Science', introducción a R. Giere (ed.) *Cognitive Models of Science*. Minnesota Studies in the Philosophy of Science. Vol. XV. University of Minnesota Press.

-(1994), 'The Cognitive Structure of Scientific Theories', *Philosophy of Science*, 61, 276-296.

-(1999), *Science without Laws*, The University of Chicago Press.

GLYMOUR, C.,(1980), *Theory and Evidence*. Princeton University Press. Princeton. NJ.

-(1984), 'Explanation and Realism'. En Leplin (ed.), 173-192

-(1992), *Thinking Things Through*. The MIT Press. Massachusetts.

GÓMEZ, A., (1992), *Sobre actores y tramoyas*. Anthropos. Barcelona.

-(1995), 'Racionalidad y normatividad en el conocimiento científico', en *Isegoría*, nº 12,148-159

GUTTING, G., (ed.),(1980), *Paradigms and Revolutions: Applications and Appraisals of T. S. Kuhn's Philosophy of Science*. Indiana. Notre Dame Press.

-(1984), 'The Strong Program' en J. R. Brown (ed.).

HACKING, I., (1981a), (comp.) *Revoluciones Científicas*. Ed. Cast. (1985), México. FCE

-(1981b), 'Do we see through a microscope?' en Churchland y Hooker (eds.) (1985), 132-152.

-(1983), *Representar e Intervenir*. Ed. cast.(1996), Barcelona, Paidós, UNAM.

-(1984), 'Experimentation and Scientific Realism', en Leplin (1984), 154-172.

-(1992), 'La autojustificación de las ciencias de laboratorio', ed. cast. en Ambrogi (ed.), (1999), 213-250.

HANSON, R.N., (1958), *Patrones de descubrimiento*. Ed. cast. (1977), Madrid, Alianza.

HEMPEL, C. G., (1965), *La explicación científica. Estudios sobre la filosofía de la ciencia*. Ed. cast., (1988), Barcelona, Paidós.

-(1970), 'On the Standard Conception of Scientific Theories', en Radner y Winokur (eds.), *Analysis of Theories and Methods of Physics and Psychology*. Minnesota Studies of Philosophy of Science, 6, Minneapolis, University of Minnesota Press, 142-163.

-(1974), 'Formulation and Formalization of Scientific Theories', en F. Suppe (ed.), 281-292.

HEMPEL, C. G. y OPPENHEIM, P., (1948), 'Studies in the Logic of Explanation', *Philosophy of Science*, 15, 135-175.

HESSE, M., (1958), 'Theories, Dictionaries, and Observation', *British Journal for the Philosophy of Science*, 9, 12-28

HILGEOVOORD, J., (ed.), (1994), *Physics and our view of the world*. Cambridge. Cambridge University Press.

HOLTON, G., (1978), *The Scientific Imagination*. (ed. con nueva introducción, de 1998), Harvard University Press.

HOOKE, C. A., (1985), 'Surface Dazzle, Ghostly Depths: An Exposition and Critical Evaluation of van Fraassen's Vindication of Empiricism against Realism.' En Churchland y Hooker (eds.), 153-196.

-(1987), *A Realistic Theory of Science*. State University of New York Press.

-(1995), *Reason, Regulation, and Realism. Toward a Regulatory Systems Theory of Reason and Evolutionary Epistemology*. State University of New York Press.

HORWICH, P.,(1982), 'Three Forms of Realism', *Synthese*, 51, 181-201

HUME, D., (1748), *Investigación sobre el conocimiento humano*. Ed. cast. (1980), Madrid, Alianza.

IBARRA, A. y MORMANN, T., (1997), *Representaciones en la ciencia. De la invariancia estructural a la significatividad pragmática*. Ediciones El Bronce. Barcelona.

JAMES, W., (1907), *Lecciones de pragmatismo*. Ed. cast. (1997), Madrid, Santillana.

-(1912), *Essays in Radical Empiricism*. Ed. (1996), University of Nebraska Press.

KLEE, R. (ed.), (1999), *Scientific Inquiry. Readings in the Philosophy of Science*. Oxford University Press.

KUHN, T. S., (1961), 'La función del dogma en la investigación científica'. Ed. cast. en *Cuadernos Teorema*, nº 37, Valencia, 1979.

-(1962), *La estructura de las revoluciones científicas*, Ed. cast.,(1971), México, F.C.E.

-(1970), 'Posdata 1969' (2ª ed. de *La estructura de las revoluciones científicas*. ed. cast. 1971, 268-319)

-(1977), 'El cambio de teoría como cambio de estructura: comentarios sobre el formalismo de Sneed', *Cuadernos Teorema*, Vol. VII/2, Universidad de Valencia, 141-165.

-(1982), *La tensión esencial*. México. Fondo de Cultura Económica.

-(1987), *What are Scientific Revolutions?*, Massachussets Institute of Technology. Ed. cast., (1989), *¿Qué son las revoluciones científicas? Y otros ensayos*. Barcelona, Paidós.

LAKATOS, I, (1978), *La metodología de los programas de investigación científica*. Ed. cast., (1989), Madrid, Alianza Universidad.

LAKATOS, I. y MUSGRAVE, A., (eds.), (1970), *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge University Press. Edic. Cast. (1975) Barcelona, Grijalbo.

LATOUR, B., (1987), *Ciencia en acción*. Ed. cast. (1992), Barcelona, Labor.

LATOUR, B. y WOOLGAR, S., (1979), *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Ed. cast. (1995), Madrid, Alianza.

LAUDAN, L.,(1977), *El progreso y sus problemas*. Ed. cast. (1986), Madrid, Encuentro

-(1981a), 'A Confutation of Convergent Realism', en Leplin (ed.),(1984), 218-249.

-(1981b), *Science and Hypothesis*. Dordrecht, Reidel.

-(1984a), *Science and Values*. Berkeley, Univer. California Press.

-(1984b), 'Explaining the Success of Science: Beyond Epistemic Realism and Relativism', en Cushing, Delaney y Gutting, (eds.), pp. 83-105.

-(1996), *Beyond Positivism and Relativism*. Oxford, Westview Press.

LEPLIN, J., (ed.),(1984), *Scientific Realism*. California, University of California Press.

-(ed.),(1995), *The Creation of Ideas in Physics. Studies for a Methodology of Theory Construction*. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht.

LEWIS, D., (1973), *Counterfactuals*. Cambridge, Harvard University Press.

-(1983), *Philosophical Papers, Volume I*, Oxford University Press.

-(1986a), *Philosophical Papers, Volume II*, Oxford University Press.

-(1986b), *On the Plurality of Worlds*, Blackwell, New York.

LONGINO, H. E., (1990), *Science as Social Knowledge*. Princeton University Press. Princeton. N.J.

-(1993), 'Subjects, Power, and Knowledge: Description and Prescription in Feminist Philosophies of Science', en E. Fox Keller y H. Longino (eds.), (1996), (Reprinted from Alcoff and Potter (eds.), *Feminist Epistemologies*. Routledge, 1993), 264-279

-(1996), 'Cognitive and Non-Cognitive Values in Science: Rethinking the Dichotomy', en L.H. Nelson y J. Nelson (eds.), *Feminism, Science, and the Philosophy of Science*. Kluwer Academic Publisher, 39-58

LLOYD, E. A., (1988), *The Structure and Confirmation of Evolutionary Theory*. Princeton University Press, Princeton. N.J.

-(1996), 'Pre-Theoretical Assumptions in Evolutionary Explanations of Female Sexuality', en E. Fox Keller y H. Longino, *Feminism & Science*. Oxford Readings in Feminism. Oxford University Press, 91-102.

MARTÍNEZ, C., (2000), *También en la cocina de la ciencia. Cinco grandes científicas en el pensamiento biológico del siglo XX*. La Laguna, Servicio de Publicaciones de la Universidad de La Laguna.

MASTERMAN, M., (1970), 'La naturaleza de los paradigmas' en Lakatos, Musgrave, (comps).

MAXWELL, G., (1962), 'The Ontological Status of Theoretical Entities', en H. Feigl y G. Maxwell, (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. III, Minneapolis, Univ. of Minneapolis Press. Ed. cast. en L. Olivé y A. R. Pérez Ransanz, (comps.), (1989), 116-144.

McKINSEY, J.; SUGAR, A. y SUPPES, P., (1953), 'Axiomatic Foundations of Classical Particle Mechanics', *Journal of Rational Mechanics and Analysis* 2, 253-272.

McLAUGHLIN, R., (ed.), (1982), *What? Where? When? Why?. Essays on Induction, Space and Time, Explanation*. Dordrecht, Reidel Publishing Co.

McMULLIN, E., (1984), 'The Rational and the Social in the History of Science', en J. R. Brown (ed.)

MOULINES, C.U., (1976), 'Approximate Application of Empirical Theories: A general Explication', *Erkenntnis* 10, 201-227. Reidel Publishing Co.

-(1979), 'Theory-Nets and the Evolution of Theories: The example of Newtonian Mechanics', *Synthese* 41, 417-439. Reidel Publishing Co.

-(1982), *Exploraciones metacientíficas. Estructura, desarrollo y contenido de la ciencia*. Madrid. Alianza Editorial.

-(1984), 'Links, Loops, and the Global Structure of Science', *Philosophia Naturalis*, 21, 254-265

-(1991a), *Pluralidad y recursión. Estudios epistemológicos*. Alianza Editorial. Madrid.

-(1991b), 'Pragmatics in the Structuralist View of Science', en G. Schurz y G. Dorn (eds.), 313-326

-(ed.) (1993), *La ciencia: estructura y desarrollo*. Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía. Ed. Trotta. Madrid.

- (1993), 'Conceptos teóricos y teorías científicas', en C. Ulises Moulines (ed.), 147-162
- (1995), 'La filosofía de la ciencia como disciplina hermenéutica', *Isegoría*, nº 12, 110-118.
- (1996), 'Las ideas básicas del estructuralismo metacientífico', *Revista de Filosofía*, 3ª época, vol. IX, nº. 16, 93-104. Universidad Complutense de Madrid.
- NAGEL, E., (1961), *The Structure of Science*. N. York, Harcourt.
- NERSESSIAN, N., (ed.), (1987), *The Process of Science*. Dordrecht, M. Nijhoff.
- NEWTON-SMITH, W. H., (1981), *La Racionalidad de la ciencia*. Ed. cast. (1987), Barcelona, Paidós.
- NICKLESS, T., (1987), 'Twixt Method and Madness', en Nersessian (ed.), 41-68.
- NIINILUOTO, I., (1980), 'The Growth of Theories: Comments on the Structuralist Approach' en J. Hintikka, D. Gruender y E. Agazzi (eds.) *Pisa Conference of History and Philosophy of Science 1978 Proceedings: Theory Change, Ancient Axiomatics & Galileo's Methodology*. Reidel Publishing Co. Vol. I., 3-47.
- NIINILUOTO, I. y TUOMELA, R., (ed.), (1978), *The Logic and Epistemology of Scientific Change*. Acta Philosophica Fennica. Vol. XXX. North Holland Publishing Co.
- OLBY, R., (1974), *El camino hacia la doble hélice*. Ed. Cast. (1991), Alianza Ed. Madrid.
- OLIVÉ, L y PÉREZ RANSANZ, A. R., (comps.), (1989), *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*. S. XXI Editores y Universidad Autónoma de México.
- PEARCE, D., (1981), 'Comments on a Criterion of Theoreticity', *Synthese* 48, 77-86. Reidel Publishing Co.
- PÉREZ RANSANZ, A. R., (1985), 'El concepto de teoría empírica según van Fraassen'. *Crítica*, vol. XVII, nº 51, 3-12. México.
- PÉREZ SEDEÑO, E., (1995), 'Filosofía de la ciencia y feminismo: intersección y convergencia', *Isegoría*, nº 12, 160-171
- (1999a), 'De la necesidad, virtud', en A. Ambrogi (ed.), 253-270

-(1999b), 'Feminismo y estudios de ciencia, tecnología y sociedad: nuevos retos, nuevas soluciones', en M.J. Barral, C. Magallón, C. Miqueo, y M.D. Sánchez (eds.), *Interacciones ciencia y género*. Barcelona, Icaria.

POPPER, K., (1934), *La Lógica de la investigación científica*. Ed. cast. (1962), Madrid, Tecnos.

-(1970), 'Normal Science and It's Dangers' en Lakatos y Musgrave (eds.), 51-58.

-(1984), 'Evolutionary Epistemology', en J.W. Pollard (ed.), *Evolutionary Theory: Paths into the Future*, London, Wiley & Sons.

PRZELESKI, M., (1969), *The Logic of Empirical Theories*. Routledge, Londres.

PUTNAM, H.,(1962), 'What Theories Are Not', en Nagel, Suppes y Tarski (eds.), *Logic, Methodology, and the Philosophy of Science: Proceedings of the 1960 International Congress*. Standford University Press. Standford, California. 240-251.

-(1975), *Mathematics, Matter and Method. Philosophical Papers. Vol I*. Cambridge, Cambridge University Press.

-(1984), 'What is Realism?', en Leplin (ed.), 140-153.

QUINE, W. V. O., (1969), *La relatividad ontológica y otros ensayos*. Ed. cast. (1974), Madrid, Tecnos.

RADNITZKY, G. y BARTLEY, W., (eds.),(1987), *Evolutionary Epistemology, Rationality, and the Sociology of Knowledge*. La Salle, Open Court.

SALMON, W.,(1971), *Statistical Explanation and Statistical Relevance*. Pittsburgh, University of Pittsburgh Press.

-(1984), *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*. Princeton, NJ., Princeton University Press.

-(1990), *Four Decades of Scientific Explanation*. Minneapolis, University of Minnesota Press.

-(1998), *Causality and Explanation*. New York, Oxford University Press.

SÁNCHEZ, J., (1985), *Análisis y estructura de paradigmas*. Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna.

-(1988), 'La concepción semántica de las teorías científicas', *Revista Canaria de Filosofía y Ciencia Social*, nº 2, Secretariado de Publicaciones, Universidad de La Laguna, 157-176

-(1995), 'La sociología y la naturaleza social de la ciencia', *Isegoría*, nº 12, CSIC, 197-211.

SAYRE, A., (1975), *Rosalind Franklin y el ADN*. Ed. cast., (1997), Madrid, Horas y Horas ed.

SCHURZ, G. y DORN, G., (eds.), (1991), *Advances in Scientific Philosophy. Essays in Honour of Paul Weingartner*, Cap. II.3 'Truth and the Structuralist View of Scientific Theories', *Poznan Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, 24.

SELLARS, W., (1963), *Ciencia, Percepción y Realidad*. Ed. cast. (1971), Madrid, Tecnos.

SHAPER, D., (1982), 'The Concept of Observation in Science and Philosophy', *Philosophy of Science*, 49, 485-525

-(1984), *Reason and the Search for Knowledge*. Dordrecht, Reidel

SHAPIN, S., (1982), 'History of Science and its Sociological Reconstructions', *History of Science*, vol. 20, 157-211.

SNEED, J. D., (1971), *The Logical Structure of Mathematical Physics*. Dordrecht, Reidel.

-(1977), 'Problemas filosóficos en la ciencia empírica de la ciencia: una aproximación formal', *Teorema*, vol. VII/3-4, pp. 315-322

STEGMÜLLER, W., (1970), *Teoría y Experiencia*. Ed. cast.(1979). Barcelona, Ariel.

-(1973), *Estructura y dinámica de Teorías*. Ed. cast. (1983), Barcelona, Ariel.

-(1974), 'Dinámica de Teorías y comprensión lógica', *Teorema*, vol IV/4, 513-553

-(1979a), 'The Structuralist View: Survey, Recent Developments, and Answer to Some Criticisms', en Ilkka Niiniluoto y Raimo Tuomela (eds.), 113-129

-(1979b), *La concepción estructuralista de las teorías. Un posible análogo para la ciencia física del programa de Bourbaki*. Ed. cast. (1981), Madrid, Alianza Editorial.

-(1979c), 'Planteamiento combinado de la dinámica de teorías. Cómo mejorar las interpretaciones históricas del cambio de teorías aplicando estructuras de la teoría

de conjuntos' en P. Feyerabend, G. Radnitzky, W. Stegmüller y otros, *Estructura y desarrollo de la Ciencia*. Ed. cast. (1982), Madrid, Alianza Editorial, 233-264.

SUPPE, F., (1973), 'Theories, their Formulations, and the Operational Imperative', *Synthese*, 25, 129-164.

-(ed), (1974), *La estructura de las teorías científicas*. Ed. cast. (1979), Madrid, Ed. Nacional.

-(1976), 'Theoretical Laws', en Przelewski et al. (eds.) *Formal Methods of the Methodology of Science*, Wrocław, Ossoleum, 247-267.

-(1977), 'Afterword', en Suppe (1974), (2ª ed. inglesa), 617-730

-(1979), 'Theory Structure', en Asquith y Kyburg (eds.), 317-338

-(1989), *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, University of Illinois Press.

SUPPES, P., (1960), 'A Comparison of the Meaning and Uses of Models in Mathematics and the Empirical Sciences', *Synthese* 12, 287-301

-(1962), 'Models of Data'. The Stanford Institute for Mathematical Studies in the Social Sciences. Reprinted from *Logic, Methodology and Philosophy of Science: Proceedings of the 1960 International Congress*, 252-261

-(1967), 'What is a Scientific Theory', en S. Morgenbesser (ed.) *Philosophy of Science Today*. N.York, Basic Books.

-(1970), *Set-Theoretical Structures in Science*, Standford, Standford University,

-(1974), 'The Structure of Theories and the Analysis of Data' en F. Suppe (ed.), 266-283.

-(1984), *Probabilistic Metaphysic*. Oxford, Blackwell.

-(1993), *Models and Methods in the Philosophy of Science: Selected Essays*, Dordrecht, Kluwer.

SWARTZ, N., (1985), *The Concept of Physical Law*, Cambridge University Press.

THOMPSON, P., (1983), 'The Structure of Evolutionary Theory: A Semantic Perspective', *Studies in History and Philosophy of Science*, 14, 215-229.

-(1986), 'The interaction of Theories and the Semantic Conception of Evolucionary Theory', *Philosophica*, 37, 73-86.

-(1988), *The Structure of Biological Theories*. New York, University of New York Press.

TOULMIN, S., (1972), *El conocimiento humano*. Ed. cast. (1977), Madrid, Alianza.

TRUESDELL, C., (1984), 'Suppression Stews', en C. Truesdell, *An Idiot's Fugitive Essays on Science. Methods, Criticism, Training, Circumstances*, Springer, Berlin, 503-579.

TUOMELA, R., (1978), 'On the Structuralist Approach to the Dynamics of Theories', *Synthese* 39, 211-231.

VAN FRAASSEN, BASTIAN C., (1970a), *Introducción a la Filosofía del Tiempo y del Espacio*, Barcelona Labor, 1978

-(1970b), 'On the Extension of Beth's Semantics of Physical Theories', *Philosophy of Science*, Vol. 37, No. 3, 325-339.

-(1972), 'A Formal Approach to the Philosophy of Science' en R. Colodny (ed.), *Paradigms and Paradoxes: The Philosophical Challenge of the Quantum Domain*, Pittsburgh, 303-366.

-(1974a), 'Theoretical Entities: The Five Ways', *Philosophia, Philosophical Quarterly of Israel*. Vol. 4, No. 1, 95-109.

-(1974b), 'The Formal Representation of Physical Quantities'. *Boston Studies of Philosophy of Science*, 13, 196-209.

-(1975a), 'Wilfrid Sellars on Scientific Realism', *Dialogue*, 14, 606-616.

-(1975b), 'Theories and Counterfactuals', en H.N. Castaneda (ed.), *Action, Knowledge and Reality*, Bobbs-Merrill Co. 237-263.

-(1976), 'To Save the Phenomena', *The Journal of Philosophy*, Vol. LXXIII, No. 18, 623-632.

-(1977a), 'The Only Necessity is Verbal Necessity', *The Journal of Philosophy*, Vol. LXXIV, No. 2, 71-85.

-(1977b), 'The Pragmatics of Explanation', *American Philosophical Quarterly*, Vol. 14, No. 2, 143-150.

-(1978), 'Essence and Existence', en N. Rescher (ed.) *Studies in Ontology*, Oxford, Blackwell, 1-25.

- (1979a), 'Hidden Variables and the Modal Interpretation of Quantum Theory', *Synthese* 42, 155-165.
- (1979b), 'Modality' en Peter D. Asquith y Henry E. Kyburg (eds.), 282-290.
- (1980a), *The Scientific Image*, Oxford, Clarendon Paperbacks
- (1980b), 'Rational Belief and Probability Kinematics', *Philosophy of Science*, 47, 165-187.
- (1981a), 'Theory Construction and Experiment: An Empiricist View' en Peter D. Asquith y Ronald Giere (eds.) *PSA. Proceedings of the 1980 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association, Vol. 2.*, 663-678.
- (1981b), 'Essences and laws of nature', en Richard Healey (ed.), *Reduction, time and reality. Studies in the philosophy of the natural sciences*. Cambridge Univ. Press, 189-200.
- (1982a), 'The Charybdis of Realism: Epistemological Implications of Bell's Inequality', *Synthese*, 52, 25-38.
- (1982b), 'Epistemic Semantics Defended', *Journal of Philosophical Logic*, 11, 463-464.
- (1982c), 'Rational Belief and the Common Cause Principle' en Robert McLaughlin (ed.), 193-210
- (1983a), 'Aim and Structure of Scientific Theories', *International Congress of Logic, Methodology, and Philosophy of Science VII*. Salzburg. R.B. Marcus, G. Dorn and P. Weingartner (eds.), North-Holland Pub. Co., 1986.
- (1983b), 'Theory Confirmation: Tension and Conflict', en Weingartner y Czermak (eds.), *Epistemology and Philosophy of Science. Proceedings of the Seventh International Wittgenstein Symposium*, Vienna, Hölder-Pichler-Tempsky, 319-329.
- (1983c), 'Theory Comparison and Relevant Evidence' en John Earman (ed.), 27-42.
- (1983d), 'Glymour on Evidence and Explanation' en John Earman (ed.), 165-176.
- (1984a), 'Belief and the Will', *The Journal of Philosophy*, Vol. LXXXI, No. 5, 235-256.
- (1984b), 'Symmetry Arguments in Probability Kinematics' (con R.I.G. Hughes), *PSA*, Vol. 2, P. Kitcher y P. Asquith (eds.), 851-869.

- (1984c), 'The Problem of Indistinguishable Particles' en J. Cushing, C.F. Delaney y Gary M. Gutting (eds.), 153-172.
- (1985a), 'Empiricism in the Philosophy of Science' en Paul M. Churchland y Clifford A. Hooker (eds.), 245-308.
- (1985b), 'On the Question of Identification of a Scientific Theory (A Reply to "Van Fraassen Concept of Empirical Theory" by Pérez Ransanz), *Crítica, Revista Hispanoamericana de Filosofía*, Vol. 17, 21-29.
- (1987), 'The Semantic Approach to Scientific Theories' en Nancy J. Nersessian (ed.), 105-124.
- (1988a), 'Symmetry Arguments in Science and Metaphysics', en W. Deppert (ed.), *Exact Sciences and Their Philosophical Foundations*, Frankfurt: Verlag Peter Lang, 385-409.
- (1988b), 'The Problem of Old Evidence' en D.F. Austin (ed.) *Philosophical Analysis*, Dordrecht, Reidel, 153-165.
- (1989a), *Laws and Symmetry*, Oxford, Clarendon Paperbacks.
- (1989b), 'Probability in Physics and Effective Strategies', en P. Weingartner and G. Schurz (eds.), *Philosophy of the Natural Sciences*, Vienna, 339-347.
- (1991), *Quantum Mechanics: An Empiricist View*. Oxford, Clarendon Press
- (1992), 'From vicious circle to infinite regress, and back again', en D. Hull, M. Forbes y K. Ohkruhlik (eds.). *PSA 1992*, vol 2. Northwestern University Press, 1993.
- (1993), 'Interpretation in Science and in the Arts', (con Jill Sigman) en G. Levine (ed.) *Realism and Representation*. Madison, Univ. of Wisconsin Press, 73-99.
- (1994a), 'The World of Empiricism' en Jan Hilgevoord (ed.), 114-134.
- (1994b), 'Interpretation of Science; Science as Interpretation' en Jan Hilgevoord (ed.), 169-187.
- (1994c), 'Gideon Rosen on Constructive Empiricism', *Philosophical Studies*, 74, 179-192.
- (1994d), 'Against Transcendental Empiricism', en T.J. Stapleton (ed.) *The Question of Hermeneutics*, 309-335.
- (1994e), 'Science, Probability, and the Proposition', *PSA*, Vol. 2, 339-348.

-(1995a), 'Against Naturalized Epistemology', en Leonardi y M. Santambrogio (eds.), *On Quine*, Cambridge, 68-88.

-(1995b), 'Fine-Grained Opinion, Probability, and the Logic of Full Belief', *Journal of Philosophical Logic*, 24, 349-377.

-(1995c), 'World' Is Not a Count Noun', *Noûs*, 29:2, 139-157.

-(1995d), 'Belief and the Problem of Ulysses and the Sirens', *Philosophical Studies*, 77, 7-37.

-(1996), 'Science, Materialism, and False Consciousness', en Jonathan Kvanvig (ed.), *Warrant in Contemporary Epistemology: Essays in Honor of Alvin Plantinga's Theory of Knowledge*. Rowman, Littlefield, 149-181

-(1997), 'Structure and Perspective: Philosophical Perplexity and Paradox', en M.L. Dalla Chiara et al. (eds.), *Logic and Scientific Methods*, 511-530.

-(1998), 'The Agnostic subtly Probabilified', *Analysis* 58.3, 212-220.

-(1999), 'Conditionalization, A New Argument For', *Topoi*, 18, 93-96.

WATSON, J., (1968), *La doble hélice*. Ed. cast. (1989), Barcelona, Salvat.

WEYL, H., (1951), *Simetría*. Ed. cast. (1991), Madrid, McGraw-Hill.

WOJCICKI, R., (1974), 'Set Theoretic Representations of Empirical Phenomena', *Journal of philosophical Logic*, 3, 337-343.