

Inmaculada Perdomo Reyes
y Jesús Sánchez Navarro

Hacia un nuevo empirismo



De la colección de **PAPELES JPG**
en <http://padron.entretemas.com.ve>

Biblioteca Nueva

CDEFGHIJKLMNOPQ**RS**TUVWXYZABCDEFGHI

Colección Razón y Sociedad
Dirigida por Jacobo Muñoz

INMACULADA PERDOMO REYES
JESÚS SÁNCHEZ NAVARRO

HACIA UN NUEVO EMPIRISMO

La propuesta filosófica de
Bas C. van Fraassen

De la colección de **PAPELES JPG**
en <http://padron.entretemas.com.ve>

BIBLIOTECA NUEVA

Cubierta: José María Cerezo

ÍNDICE

De la colección de **PAPELES JPG**
en <http://padron.entretemas.com.ve>

© Inmaculada Perdomo Reyes y Jesús Sánchez Navarro, 2003
© Editorial Biblioteca Nueva, S. L., Madrid, 2003
Almagro, 38
28010 Madrid

ISBN: 84-9742-118-3
Depósito Legal: M-33.084-2003

Impreso en Rógar, S. A.
Impreso en España - *Printed in Spain*

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con la autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (arts. 270 y sigs., Código Penal). El Centro Español de Derechos Reprográficos (www.cedro.org) vela por el respeto de los citados derechos.

INTRODUCCIÓN: Las interpretaciones filosóficas de la ciencia	11
I. DE LA TRAGEDIA DE LA CONCEPCIÓN HEREDADA A LA NUEVA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA	21
II. LA CONCEPCIÓN SEMÁNTICA DE LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS .	45
1. Los orígenes de la Concepción Semántica	45
2. Fundamentos básicos	50
3. Constructivismo y sistemas físicos	58
4. El Realismo y el Empirismo Constructivistas	62
III. LO QUE EL EMPIRISMO ES Y LO QUE NO ES	67
1. La tradición filosófica empirista	67
2. El debate realismo-empirismo	70
3. El Realismo Constructivista, perspectivista y naturalizado de R. Giere	78
4. Hacia un nuevo empirismo. Los límites de la experiencia y la teoría pragmática de la observación	87
5. Salvando las «apariencias» con la Mecánica Cuántica. Un ejemplo de aplicación de los conceptos de Van Fraassen	99
6. Contra el dogmatismo y los excesos de metafísica. El empirismo es ante todo una actitud	102
IV. UN MUNDO Y UNA CIENCIA SIN LEYES	105
1. ¿Qué son las leyes?	105
2. Regularistas y necesitaristas	110
2.1. La definición de ley de D. Lewis	111
2.2. Las leyes como relaciones entre universales	119
3. Las leyes como principios de los modelos	126

4. El rol de la simetría en la construcción de modelos y teorías	132
V. LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA COMO PRÁCTICA INTERVENTORA E INTERPRETATIVA DEL MUNDO	147
1. La idea de representación y el modelo del mapa.....	148
2. Las interpretaciones de la representación	153
3. La interpretación filosófica de la actividad científica .	156
4. La práctica interventora: idealización, experimentación y tecnología	159
VI. LAS BASES DE LA ACEPTACIÓN DE LAS TEORÍAS. COMPROMISOS, EXPLICACIÓN, PRAGMATISMO Y RACIONALIDAD MÍNIMA E INSTRUMENTAL	167
1. ¿Aceptar o creer en las teorías?	167
2. Los «riesgos epistémicos del juego realista»	172
2.1. La inferencia de la mejor explicación	173
2.2. La confianza en la confirmación de la teoría por la evidencia	176
3. La relativización de la aceptación a los contextos históricos de decisión científica	180
4. Sobre la justificación de las reglas de decisión. El caso del descubrimiento de la estructura del ADN	184
5. Hacia una teoría pragmática de la Explicación	191
6. La deuda con el Pragmatismo	206
7. Racionalidad mínima e instrumental	210
VII. ELEMENTOS PARA UNA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA EMPIRISTA, CONSTRUCTIVISTA Y CONTEXTUAL	217
1. Evaluando las perspectivas y filiaciones naturalistas ..	221
2. El estilo de Van Fraassen	233
3. El Empirismo Constructivista de Van Fraassen y el Empirismo Contextual de H. Longino	236
VIII. BIBLIOGRAFÍA	245

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

¹ U. Moulines, 1995, pág. 110. Tema que había introducido en U. Moulines, 1982, págs. 40 y sigs., 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, págs. 50 y sigs., 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.

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 y la perspectiva más adecuada para acometer tal tarea es el interrogante básico que hay que responder. La Concepción Estructuralista diseñada por J. Sneed, W. Stegmüller, W. Balzer y U. Moulines y la Concepción Semántica desarrollada por Bas C. van Fraassen, F. Suppe y R. Giere, fundamentalmente, comparten el enfoque estructural y semántico que caracteriza a la nueva Filosofía de la Ciencia surgida tras el proceso de derrumbe de la tradicional Concepción Heredada, aspecto que trataremos en el primer capítulo, si bien nuestro principal foco de atención será el debate en el seno de la Concepción Semántica, cuyas principales líneas se presentan en el capítulo dos y, en especial, el diseño del nuevo empirismo propuesto por Van Fraassen.

Los estructuralistas³ han definido que la tarea propia de la Filosofía de la Ciencia es la de generar una *gramática*⁴ 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,

² U. Moulines, 1995, pág. 112.

³ El conjunto de las tesis estructuralistas ha sido desarrollado desde los textos iniciales y programáticos de P. Suppes, 1960 y 1970; de J. Sneed, 1971 y 1977; los trabajos de W. Stegmüller, 1970, 1973, 1974 y 1979a, 1979b y 1979 a los más recientes de U. Moulines 1982, 1991a, 1991b y 1996; ha publicado también Díez y Moulines, 1997. La exposición más completa del estructuralismo se presenta en la obra Balzer, Moulines y Sneed, 1987 y las editadas recientemente: Balzer y Moulines (eds.), 1996 y Balzer, Moulines y Sneed (eds.), 1998. Es necesario destacar también la edición de los ensayos selectos de Suppes (Suppes, 1993).

⁴ U. Moulines, 1995, pág. 117.

la cual, en rigor, no consiste en una descripción y explicación de los hechos, sino en una *visión de las cosas*⁵, 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, aunque éste va más allá del mero análisis formal delineando incluso un paralelismo entre la interpretación filosófica y la acometida por las artes⁶. 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.

De hecho, los estructuralistas reconocen⁷ 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 de si éstas se resuelven cuanto an-

⁵ U. Moulines, 1991a, pág. 66.

⁶ Van Fraassen y Jill Sigman, 1993 y Van Fraassen, 1994b.

⁷ Así, el objetivo del texto estructuralista de 1996 (Balzer y 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.

tes 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 sólo una visión altamente formalizada de la estructura de las teorías científicas.

Adoptar un realismo o un empirismo compromete al filósofo con un estilo interpretativo determinado, pero no aceptar tal compromiso no significa mayor amplitud de miras o posibilidad de situarse en 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 ciencia⁸. Ambas propuestas la caracterizan como una actividad con un objetivo, con unos criterios de éxito, etc. Y, a su vez, estas visiones van acompañadas de diferentes actitudes hacia la ciencia, hacia su valor y hacia las condiciones de aceptación.

Coincidimos con los estructuralistas en que ni el relativismo, ni el realismo, por muy matizado y liberal que sea⁹, 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

⁸ Van Fraassen, 1998, pág. 213.

⁹ Nos referimos 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.

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 generalización¹⁰. Definiremos tal actitud asociada a la visión empirista de la ciencia, un empirismo totalmente renovado, alejado del encapsulamiento formal que lo revestía en los años 40 a 70 y acorde con las características constructivas de la actividad científica.

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»¹¹. 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.

¹⁰ U. Moulines había propuesto sustituir 'crítica' por 'promoción de incertidumbre generalizada' debido, precisamente, a la vacuidad del primer concepto por su uso generalizado y pérdida de sus rasgos definitorios: claridad conceptual, rigor argumentativo y reflexión distanciada (U. Moulines, 1991a, pág. 43).

¹¹ Van Fraassen, 1992, pág. 6

El tercer capítulo del libro 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. A través del diálogo surgen las principales tesis del empirismo renovado. 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, como analizaremos en el capítulo cuarto, para centrarnos en el capítulo quinto en 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, y al abordaje de cuestiones tales como la aceptación de 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 y 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 el capítulo sexto.

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 podamos descansar*, sino que siendo más consecuentes con la imagen de la actividad científica como una práctica inventiva, creativa, constructiva e interventora, la defensa racional y aceptación de estas

prácticas científicas 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 construidas 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. Feyerabend¹² este compromiso con un marco interpretativo no impide la proliferación de marcos teóricos alternativos. Así, la visión realista de la necesidad de la solución de las controversias como un

¹² 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. Ambos aceptan 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, incluida 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, pág. 168).

proceso de toma de decisión contextual y pragmáticamente situada, ya alejada de la ingenua tesis de la toma de decisión basándose en 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 pone más énfasis en cómo somos capaces de alzarnos sobre los hombros de los éxitos pasados, no hace justicia al hecho, también innegable, como magníficamente expresaron T. S. Kuhn y P. Feyerabend¹³, 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 futura¹⁴.

La imagen del *patchwork*¹⁵ 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, y ésta parece erigirse en la imagen más adecuada de nuestro mundo y nuestra ciencia.

Finalmente, al igual que U. Moulines¹⁶, quien ha defendido como propia de la filosofía la faceta recursiva y reflexiva

¹³ Son centrales los textos de Kuhn, 1961, 1962, 1970, 1982 y 1987. Y los de Feyerabend, 1970 y 1989.

¹⁴ Van Fraassen, 1996.

¹⁵ N. Cartwright, 1999.

¹⁶ U. Moulines, 1991a y 1995.

a todos los niveles, o J. Echeverría¹⁷, 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 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 'corsés' 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, como defendemos en el capítulo séptimo, 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. Esta interpretación filosófica está comprometida con un empirismo totalmente renovado y alejado de los ropajes formales que habían de convertirlo en estéril en las últimas décadas del siglo xx.

¹⁷ J. Echeverría, 1999.

De la tragedia de la Concepción Heredada a la nueva 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 dreams¹.

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 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

¹ Van Fraassen, 1983a, copia mecanografiada cortesía del autor.

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 Heredada² 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 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

² 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.

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 los 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. Ésta 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 ésa 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 seudoconocimiento. 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 su-

puesto 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 sólo 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 los problemas de éstas son los de aquéllas. Así, los enunciados que integran una teoría son independientes unos de otros, aunque mantienen entre sí relaciones de deductibilidad, 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 meta-matemáticos 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, su-

cesos o propiedades observables. El otro, llamado lenguaje teórico o L_t , está constituido por los enunciados 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. Ésta es la posición realista³.

b) Como abreviaturas de combinaciones complejas de términos observacionales o como convenciones que facilitan el

³ Esta posición era poco frecuente en la Concepción Heredada y sólo la mantuvo explícitamente Hempel ya en los años 60. La posición dominante de Carnap, Feigl y Reichenbach, entre otros, era una combinación de empirismo e instrumentalismo.

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 experiencia conectando unos sucesos con otros, pero no son ni verdaderas ni falsas en un sentido estricto. Ésta 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 estatus 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 des-

criben). 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 conmensurables, 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 (ésta 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 conmensurabilidad 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.

Éstas 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 ajustes internos. Como consecuencia, algunos de sus supuestos iniciales se fueron abandonando a medida que su concepción de la ciencia maduraba (por ejemplo, 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 intentarán 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, Toulmin⁴, etc. Aunque mantienen posiciones claramente dife-

⁴ Fundamentalmente, Feyerabend, 1970; Hanson, 1958; Kuhn, 1962; Lakatos, 1978; Laudan, 1977; Shapere, 1982 y 1984, y Toulmin, 1972.

renciadas 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 Heredada⁵.

En primer lugar, 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 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.

Además, 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 incorporadas 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.

Por otro lado, 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 for-

⁵ 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.

mulaciones 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 la teorías y su identificación con sus formulaciones lingüísticas con el fin de llevar a cabo su análisis formal sólo llevan 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.

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 son 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.

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 afectan 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

De la colección de **PAPELES JPG**
en <http://padron.entretemas.com.ve>

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 que hay que 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 70 del siglo que hemos dejado atrás, la fábrica de la Concepción Heredada estuviera 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 por-

que 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 probabilitarias 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 improbable 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 contrafacticos 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 semántico⁶. 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 natu-

⁶ En esta situación se encontraban los análisis modelo-teóricos de los finlandeses Tuomela y Niiniluoto, 1978, y, sobre todo, de la escuela polaca de Przelecki, 1969 y Wojcicki, 1974, o los estudios semi-semánticos del grupo de Florencia, como Dalla Chiara y Toraldo di Francia, 1973, cuya influencia reconoce el propio Van Fraassen (Van Fraassen, 1987, pág. 111).

ral previamente disponible, familiar y conocido, pero se recurría también a modelos icónicos y analógicos para completar la interpretación⁷. 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.

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.

⁷ 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, págs. 143 y sigs. y 1974, págs. 376 y sigs.).

A lo largo de los años 70 y comienzos de los 80 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-Adams⁸ 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

⁸ Adams, 1959, constituye uno de los trabajos más tempranos de aplicación de las técnicas conjuntistas a la reconstrucción de teorías. También McKinsey, Sugar y Suppes, 1953.

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.

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 se 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 80 y constituyeron lo que ha dado en llamarse 'nueva Filosofía de la Ciencia'⁹, uno de cuyos principales exponentes es Bas C. van Fraassen.

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 permiten mostrar que ésta, según los enfoques

⁹ 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.

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 en el que se evalúa, se aplica o se estima su interés práctico.

Es ésta 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 inclusión de elementos pragmáticos es, por lo tanto, esencial.

De la colección de **PAPELES JPG**
en <http://padron.entretemas.com.ve>

II 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 theory¹.

1. LOS ORÍGENES DE LA CONCEPCIÓN SEMÁNTICA

Los orígenes de la Concepción Semántica de las teorías, cuyos principales impulsores han sido Bas C. van Fraassen, F. Suppe y R. Giere, se remontan a los años 40 del siglo xx y están claramente conectados con los intentos de analizar la estructura lógica de la Mecánica Cuántica, llevados a cabo por

¹ Van Fraassen, 1997, pág. 523.

Von Newman, Evert Beth² y H. 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 60 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 de P. Suppes y F. Suppe en Estados Unidos, con los que Van Fraassen reconoce³ 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.

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

Es ésta, precisamente, 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 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

² Por ejemplo, en E. Beth, 1960, se acomete uno de los más tempranos estudios enfocados en la semántica de una teoría física.

³ 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.

teorías científicas y, sobre todo, aquellos que se refieren a las relaciones de una teoría 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 en 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 ésta la estrategia utilizada en su primera obra fundamental⁴ para ir mostrando los diferentes compromisos que están en 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 adecuada 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,

⁴ 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 entre hechos. Así pues, *desde un punto de vista empirista, para servir a los propósitos de la ciencia, los postulados no necesitan ser verdaderos, excepto en lo que dicen acerca de lo que es efectiva y empíricamente comprobable*⁵.

Van Fraassen define la nueva propuesta empirista enfrentándola con los argumentos realistas, pero también se aleja del más reciente empirismo representado por el positivismo lógico, que 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 científico⁶ 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

⁵ Van Fraassen, 1980a, pág. 18

⁶ Nos referimos a las tesis del realismo científico en general, ya que desde los años 80, 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*.

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

La ciencia nos ofrece teorías que son empíricamente adecuadas y la aceptación de una teoría involucra solamente la creencia de que es empíricamente adecuada⁷.

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 Giere⁸ se acercan, en gran medida, a muchas de las tesis propuestas por aquél 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 a la actividad científica a juicio de los proponentes de la Concepción Semántica, aunque hemos de matizar los aspectos diferenciales derivados de la defensa de un empirismo, un realismo o un cuasi-realismo como el defendido por F. Suppe⁹. En otras

⁷ Van Fraassen, 1980a, pág. 28.

⁸ 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 de 1999, donde presenta su realismo perspectivista, evolucionista y naturalizado.

⁹ La más completa presentación de su posición se encuentra en F. Suppe, 1989.

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 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

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 aquél utilizado por la propia ciencia: las matemáticas y no la lógica, estrategia que había convertido en estéril a la anterior concepción.

El nuevo método permite concebir una teoría como una 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 presentadas de

muy diversas maneras, 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, que 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 la teoría pasan a ser consideradas descripciones de ésta 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.

Sin embargo, las diferencias entre la Concepción Estructuralista y la Concepción Semántica 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 ambas rechazan 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 estados¹⁰.

Igualmente, ambos enfoques comparten el rechazo de la clásica distinción teórico-observacional desdibujada ya por

¹⁰ Estos aspectos han sido tratados con mayor profundidad en los trabajos de J. Sánchez, 1985 y 1988.

autores como Bar-Hillel, Achinstein y Putnam¹¹, 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.

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 de la Mecánica Cuántica llevados a cabo. 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

¹¹ Achinstein, 1965; Putnam, 1962 y Bar-Hillel, 1970. Un análisis comprensivo de esta cuestión se encuentra en F. Suppe (ed.), 1974; F. Suppe, 1979 y en U. Moulines, 1993.

la subestructura empírica sea común. La cuestión relevante, como veremos más adelante, es cómo se seleccionan finalmente los candidatos para representar los fenómenos y cuál es el compromiso que se adquiere al demandar que alguno de esos modelos describa los fenómenos o cuando menos se adecue a la parte observable de ellos.

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 de 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, y ésta 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 otros 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 basándose en 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, por lo que es 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, éste es uno de los aspectos diferenciadores entre los dos enfoques, 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.

Para presentar o reificar una teoría científica, como hemos establecido, definimos el conjunto de sus modelos, ya que las teorías se caracterizan esencialmente por que 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 dis-

poner 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 por que define el tipo de sistemas a los que se aplica, y la 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 adecuada¹², 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, respecto 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.

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 fi-

¹² La distinción es ideada por R. Giere, 1979 y adoptada por Van Fraassen, 1980a, 1983a y 1989a, pág. 222.

sico, 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, como 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 estados¹³ y F. Suppe, espacio-fase¹⁴.

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 de estados) es necesario, en primer lugar, especificar el tipo de espacio, por ejemplo, en el marco de la mecánica clásica se especifica un es-

¹³ Van Fraassen, 1970b, pág. 328; 1972, pág. 311.

¹⁴ F. Suppe, 1973, págs. 129-164.

pacio 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 al 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 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 probable, 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 $L = \langle E, H, h \rangle$ ¹⁵. Éste 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 Fraassen¹⁶, 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 ésta. 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.

3. CONSTRUCTIVISMO Y SISTEMAS FÍSICOS

Las teorías científicas tienen como objeto de estudio una clase de fenómenos que constituye su *alcance pretendido*¹⁷ y el

¹⁵ Van Fraassen, 1970b, pág. 329.

¹⁶ Van Fraassen, 1972, pág. 312. Una aplicación de estos conceptos y estrategias a la Mecánica Cuántica se ofrece en Van Fraassen, 1974b, páginas 196-209.

¹⁷ Éste es el concepto que usa F. Suppe, 1974, ed. cast. 1979, páginas 257 y sigs.

objetivo de toda teoría es 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 aislados¹⁸ que es posible definir y describir basándose únicamente en los parámetros seleccionados por la teoría. Así pues, la teoría caracteriza no a los fenómenos que caen bajo su alcance, sino a 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 basándose en 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 éste 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

¹⁸ 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.

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 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.

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 distinción¹⁹ 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 fenómeno, es representado por di-

¹⁹ La distinción es de Van Fraassen, 1970b, págs. 330 y sigs., y también la recoge F. Suppe, 1974, ed. cast. 1979, pág. 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.

versas 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 estas 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. Del mismo modo, 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 establecido²⁰.

²⁰ 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 contruidos 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 y el Empirismo Constructivistas.

4. EL REALISMO Y EL EMPIRISMO CONSTRUCTIVISTAS

El Realismo Constructivista 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.

Según el Realismo Constructivista, 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 Constructivista considera, basándose en 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.

Pero 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 Constructivista afirma una similaridad entre los modelos y los sistemas reales, y un sistema real es similar a un modelo propuesto en aspectos y grados especificados²¹. 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,

²¹ R. Giere, 1988, pág. 81.

además, este realismo 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 Mecánica Cuántica, 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 Copenhague²², 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 Constructivista.

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 di-

²² Un análisis comprensivo de la interpretación modal de la Mecánica Cuántica en su variante de Copenhague y las razones del rechazo de las variantes alternativas se encuentra en Van Fraassen, 1979a, así como en su más reciente texto sobre Mecánica Cuántica (Van Fraassen, 1991).

cen, 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 necesario porque, como en el Realismo Constructivista, 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.

III

Lo que el empirismo es y lo que no es

It is philosophers, not scientists, who are realists or empiricists, for the difference in views is not about what exists but about what science is¹.

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 de que ofrecer una caracterización precisa y acabada del empirismo es una tarea que se acomete 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

¹ Van Fraassen, 1985, pág. 255.

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 40 a 60 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»², sostiene que no es necesario afirmar taxativamente tal cosa, tan sólo basta mostrar un agnosticismo acerca de esta cuestión, aun 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?» 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

² Van Fraassen, 1994a, pág. 115.

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 naturaleza³.

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»⁴, 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 por qué 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 artículos⁵ 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.

³ *Ibíd.*, pág. 124.

⁴ *Ibíd.*, pág. 123.

⁵ Van Fraassen, 1974a, págs. 95-109; 1994a, págs. 114-134.

2. EL DEBATE REALISMO-EMPIRISMO

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*⁶. El innegable éxito de la ciencia constituye para los realistas la prueba efectiva de que tal 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, por qué 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.

Ésta 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

⁶ Van Fraassen, 1980a, pág. 8.

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. Advierte 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 en la base de Z son correctas⁷.

De entre las asunciones más básicas que los realistas científicos mantienen, fundamentalmente, como hemos acotado, en los años 80, 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'. Aun 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 correspondencia⁸. Si una teoría es, de hecho, verdadera, entonces en

⁷ Van Fraassen, 1985, pág. 259.

⁸ 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, ésta es la única salida para un realista que debe rechazar la teoría de la verdad por correspon-

el mundo existen exactamente esas entidades que la teoría dice que hay y tienen exactamente esas características que los términos de la teoría describen⁹. Es ésta 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, *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 Boyd¹⁰ 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 criterios 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, Boyd afirma que la realidad que describen las teorías científicas es, en gran parte, in-

dencia, ya que se revela inadecuada, y no quiera deslizarse por la pendiente que lleva al Empirismo Constructivista (B. Ellis, 1990, pág. 97).

⁹ C. A. Hooker, 1987, pág. 7.

¹⁰ R. Boyd, 1984, págs. 41-42.

dependiente 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 objetos¹¹.

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.

Otros interlocutores realistas de Van Fraassen son filósofos que hacen 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. Giere¹²,

¹¹ Van Fraassen, 1980a, pág. 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.

¹² Si bien dedicaremos más adelante un apartado especial para este interlocutor directo de Van Fraassen a propósito de la definición del Realismo Constructivista 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 psicosociológicos, 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).

P. M. Churchland¹³ y C. A. Hooker¹⁴ desarrollan este *realismo naturalizado y evolucionista*¹⁵ 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 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*¹⁶. 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

¹³ Churchland, 1979.

¹⁴ Hooker, 1987 y 1995. En Hooker, 1985, polemiza abiertamente con Van Fraassen y su defensa del empirismo contra el realismo.

¹⁵ 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, págs. 273 y sigs.).

¹⁶ Hooker, 1995, pág. 15.

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, continúa 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. Ésta es, afirma Hooker¹⁷, la metafísica básica para el realismo. 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 éstas 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 sentido ahora a la teoría de la verdad por correspondencia.

En su texto programático¹⁸ ofrece las siguientes tesis, que dibujan el realismo que propugna, ordenadas conforme a los diferentes componentes metafísicos, semánticos y epistémicos que lo definen.

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).

¹⁷ *Ibíd.*, pág. 16.

¹⁸ Nos referimos a Hooker, 1987, pág. 256.

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 Ellis¹⁹ 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 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

¹⁹ Son centrales los textos de Leplin, 1984; Horwich, 1982; Devitt, 1984 y Ellis, 1985.

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.

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, puede 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, no requiere reduccionismo (ni la reducción conductista ni la funcional), según el naturalismo defendido por Hooker. 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*²⁰.

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 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.

²⁰ Hooker, 1987, pág. 261.

3. EL REALISMO CONSTRUCTIVISTA, PERSPECTIVISTA Y NATURALIZADO DE R. GIERE

R. Giere mantenía en sus obras de los años 80 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 Giere no acomete 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. Empieza su análisis, en vez de ello, con las representaciones científicas mismas, teniendo en mente que los científicos, después de todo, son sólo humanos.

R. Giere parte de la afirmación de que los científicos producen conocimiento y una importante parte de él 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 de hecho 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 concepto «teórico», no son de carácter diferente de aquellas que se refieren a posiciones, que son 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 éste el *problema de la interpretación*.
- 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 teoría 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 las que descansan en el uso del lenguaje. Pero, además, hay muchas cosas relati-

vamente peculiares de la ciencia²¹. 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 proporcionar 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.

Giere sugiere que llamemos a los sistemas idealizados discutidos en los textos de mecánica²² 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 científicos²³. La relación entre ecuaciones y su correspondiente modelo

²¹ R. Giere, 1988, págs. 75-76

²² 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 les da la comunidad de físicos (R. Giere, 1988, pág. 78, y 1985a, págs. 78-79).

²³ 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, págs. 78-79, y 1985a, págs. 75-78).

puede ser descrita como una relación de caracterización, o incluso de 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 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 lineal» 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 modelos²⁴.

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*.

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 introdu-

²⁴ Giere, 1988, pág. 80.

cir un nuevo concepto, el de *hipótesis teórica*²⁵. A diferencia de un modelo, una 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 sugirió²⁶ que la relación era aquella de *isomorfismo*. Pero, en opinión de 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 *similitud*. Las hipótesis, entonces, demandan una similitud 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*²⁷.

Demandar entonces que una hipótesis es verdadera es demandar ni más ni menos que ese tipo y grado de similitud indicado existe entre un modelo y un sistema real. Podemos, por lo tanto, olvidar el tema de la verdad y centrarnos en los

²⁵ R. Giere, 1985a, pág. 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 presupuestos básicos, tal como quedó expuesto en el capítulo tres, dedicado a la reconstrucción de las tesis principales de la Concepción Semántica.

²⁶ 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».

²⁷ R. Giere, 1985a, pág. 80, y 1988, pág. 81.

detalles de la similitud. 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 Churchland²⁸, quien acumula evidencia desde las ciencias cognitivas e incluso la neurociencia y sugiere que la cognición y la percepción humanas operan en las bases de algún tipo de similitud métrica. Esto refuerza la idea de que la similitud es una prometedora relación que hay que usar en una teoría naturalística de la ciencia. Ahora, es posible definir una teoría científica como aquello que comprende dos elementos: un grupo de modelos y 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 similitud. 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 diseñado, 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. Pero, 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

²⁸ 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).

asunto que ha de ser decidido por los miembros de la comunidad científica del momento. Éste 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, además, que proporcione una imagen adecuada de 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, y 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 realistas²⁹, pero tam-

²⁹ 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, pág. 92).

bién implica 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.

En los últimos años muchas de las diferencias filosóficas entre las interpretaciones de la ciencia realistas y anti-realistas habían sido formuladas en términos semánticos como «verdad» y «referencia». El debate giraba alrededor de cuestiones tales como: ¿En qué sentido, si hay alguno, puede decirse de una hipótesis científica que 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 aquéllos representados en el modelo. Los modelos mismos proporcionan un límite superior en los aspectos en los que la similaridad puede ser afirmada. No así en 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, precisamente, los aspectos de similaridad, no los grados, los que, en primer lugar, separan a realistas y anti-realistas. Aunque los modelos mismos establecen un límite superior en los aspectos de similaridad afirmados, se puede consistentemente limitar las afirmaciones de similaridad entre un modelo y la realidad a tan pocos aspectos del modelo como se desee. En general, los realistas son más liberales en el rango de aspectos a los cuales atribuirán 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 sugiere una cuestión acerca del uso que Giere hace de su «Realismo Constructivista» 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, «so-

cialmente contruidos», si uno quiere, por los científicos. La naturaleza no nos revela directamente la mejor forma de presentarla. Giere no ve ninguna razón por la que los realistas no puedan asumir esta visión.

El Realismo Constructivista es una propuesta filosófica solamente acerca de la naturaleza de los modelos científicos e hipótesis, es decir, solamente acerca de las representaciones científicas. No es una doctrina acerca de los juicios científicos, esto es, acerca de cómo los científicos juzgan qué modelos representan mejor el mundo. El Realismo Constructivista 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 Constructivista, naturalista, acorde con la biología post-darwiniana:

Obviamente, la adquisición de conocimiento científico, igual que todas las actividades humanas, tiene lugar en un medio social. Esto no es discutido. Pero las 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*³⁰.

El naturalismo defendido por Giere es un *naturalismo metodológico*³¹, esto es, una orientación definida no en términos de tesis acerca del mundo, sino en términos de un conjunto de

³⁰ Giere, 1988, pág. 109.

³¹ Giere, 1999, pág. 70.

estrategias que pueden usarse en la búsqueda de comprensión acerca del mundo.

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 en 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.

4. HACIA UN NUEVO EMPIRISMO. LOS LÍMITES DE LA EXPERIENCIA Y LA TEORÍA PRAGMÁTICA DE LA OBSERVACIÓN

Para diseñar un nuevo empirismo, Van Fraassen ha debido 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»³². 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 verdadera-

³² Van Fraassen, 1992, pág. 6.

mente 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 determinada 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 esta misma en realidad se disuelve en las arenas movedizas de la metafísica.

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 asignarles 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 usa la distinción observable-inobservable, dicotomía³³ 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 necesario 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, 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 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.

³³ 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.

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., es relativa 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 Fraassen³⁴ en contraposición a los clásicos argumentos realistas esgrimidos por G. Maxwell en su artículo «The ontological status of theoretical entities»³⁵. 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 se-

³⁴ Van Fraassen, 1980a, págs. 13-19.

³⁵ G. Maxwell, 1962, en respuesta al artículo de Carnap, 1956.

gundo 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 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 propone³⁶ es un cambio en el sujeto de discusión: el

³⁶ Van Fraassen, 1980a, pág. 17; 1992, pág. 12.

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. Churchland³⁷ 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. Éstos 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 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 incluirlas en su ontología. Pero los humanos, prosigue Churchland, de acuerdo con la teoría de Van Fraassen, no podrían incluirlas 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*

³⁷ P. Churchland, 1985, págs. 43-44.

*izquierdo y disfrutamos de exactamente la misma microexperiencia que los humanoides*³⁸. El humanoide, concluye, puede ser realista con respecto al micromundo y el ser humano debe ser antirrealista o agnóstico respecto a éste, 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 Fraassen³⁹ 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 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.

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 ciertamente 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 observable⁴⁰.

³⁸ Ibíd., pág. 44.

³⁹ Van Fraassen, 1985, págs. 256-258.

⁴⁰ Ibíd., pág. 257.

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 ha sido propuesta, cualquier distinción es relativa o dependiente de la teoría, aunque, mantiene Van Fraassen, no lo es en un sentido importante.

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 caso⁴¹. 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

⁴¹ Esta distinción la estableció inicialmente Hanson, 1958, ed. cast. 1977, págs. 19 y sigs.; y la recogió posteriormente Kuhn, 1962, ed. cast. 1971, página 114.

empírico que depende de las capacidades físico-biológicas de los humanos como tales. *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 ellas⁴².

En este sentido, es posible definir empíricamente y con precisión qué es 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 es observable para los nuevos seres humanos.

Precisamente porque las teorías científicas son construidas por seres humanos, lo que explican y predicen, a lo que se aplican, es a lo que es 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.

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 éstos 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

⁴² Van Fraassen, 1980a, págs. 13-17.

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 basándonos en nuestras creencias, teorías admitidas, etc., pero esto es totalmente inocuo, ya que se *aplica igualmente a nuestras clasificaciones de mariposas y minerales*⁴³.

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.

⁴³ Van Fraassen, 1992, pág. 13.

Nuestras opiniones acerca de lo que es observable cambiarán si la ciencia cambia, pero eso no significa que lo que es 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*⁴⁴.

Por otro lado, 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 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, observacional⁴⁵. El supuesto que subyace tras esta concepción de las «apariencias» es que la base empírica no está constituida por la observación y experiencia ordinarias⁴⁶, como pensaba el empirismo tradicio-

⁴⁴ *Ibíd.*, pág. 17.

⁴⁵ Van Fraassen, 1981a, págs. 666 y sigs.

⁴⁶ 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

nal 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 experimentales⁴⁷.

Es ésta 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 éstas 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 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 ade-

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.

⁴⁷ Van Fraassen, 1976, págs. 623-632; 1983c, págs. 29 y sigs.; 1983b, pág. 322 y 1983d.

cuada si tiene algún modelo tal que todas las apariencias son isomórficas a subestructuras empíricas de ese modelo⁴⁸.

Es éste, 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.

5. 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.

Sin embargo, los espectros de emisión de la luz resultantes del calentamiento a altas temperaturas de los gases eran muy diferentes. Al mirar estos gases por un espectroscopio o al fotografiarlos en un espectrógrafo aparece como una serie de líneas discontinuas espaciadas irregularmente, unas muy brillantes y otras menos. A esta imagen se la 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 ejemplo, el

⁴⁸ Van Fraassen, 1980a, pág. 64.

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 gas⁴⁹. A este espectro se le denomina espectro

⁴⁹ Este fenómeno se podía observar también en condiciones ambientales normales descomponiendo la luz solar, que había atravesado la atmós-

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 siglo 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 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.

fera, 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.

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 supusieron un éxito inigualable en la investigación de la estructura última de la materia.

6. 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 necesaria 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 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.

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*⁵⁰, 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 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 tra-

⁵⁰ Van Fraassen, 1994d, pág. 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.

tando 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.

De la colección de **PAPELES JPG**
en <http://padron.entretemas.com.ve>



IV

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 all¹.

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 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.

¹ Van Fraassen, 1989a, pág. 90.

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 aplicables², 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 al principio de exclusión de Pauli, aunque no es explicable por qué, en cambio, sí 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 géometras 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 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 géometras, era posible acceder a ciertas leyes que Dios había establecido en la naturaleza, y cuyas nociones había impreso en nuestras almas³:

² N. Cartwright, 1983, cap. 6.

³ R. Descartes, 1636, ed. cast. 1982, págs. 52 y sigs.

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 observadas⁴.

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 argumentos⁵.

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 hoy a un filósofo a construir una teoría acerca de las leyes de la naturaleza⁶, 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 xiv; la segunda concierne a la ciencia misma, y la última proviene de una reflexión de la práctica filosófica, ya que, mientras en el siglo xvii fueron los

⁴ *Ibíd.*, pág. 61.

⁵ Ésta es la tesis que mantiene Van Fraassen fundamentalmente en 1989a.

⁶ Este recorrido por los argumentos y las teorías filosóficas actuales acerca de las leyes se encuentra en Van Fraassen, 1989a, caps. 2-6. Son centrales en esta discusión también los textos de D. M. Armstrong, 1983; N. Swartz, 1985 y J. W. Carroll, 1994. Un análisis comprensivo del concepto de ley científica al que hemos recurrido es el de J. Echeverría, 1993. También a su relevante estudio sobre todos los temas y corrientes centrales de la Filosofía de la Ciencia del siglo xx (Echeverría, 1989).

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 afirma 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 reescribe⁷ 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 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*

⁷ Van Fraassen, 1974a, págs. 95-109.

realidad en cuestión. Está afirmándose que un universo sin leyes, si ésas 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 esceptico de ofrecer una razón a la uniformidad y regularidad de la naturaleza, afirmando que 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 por qué 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 leyes⁸.

Otro tipo de argumentos descansan en la afirmación de que las leyes de la naturaleza son 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 que «la naturaleza de una ley de la naturaleza debe ser un asunto ontológico central para la Filosofía de la Ciencia»⁹. La ciencia natural, defiende, tradicionalmente ha dibujado tres tópicos fundamentales que constituyen su objetivo: primero, descubrir la geografía e historia del actual universo; segundo, 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 universo¹⁰.

⁸ Ibid., págs. 101-102.

⁹ Armstrong, 1983, pág. 4.

¹⁰ Ibid., pág. 3.

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. En primer lugar, se afirma que las leyes de la naturaleza son leyes universales y la universalidad es una marca de la legalidad. Este criterio es el gran favorito, pero, como veremos más adelante, cualquier estrategia para definir adecuadamente esta característica de las leyes nos aboca a multitud de problemas. Van Fraassen propone una revisión del tema introduciendo los conceptos de simetría e invariancia. La idea de universalidad 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.

En segundo lugar, suele apelarse a las relaciones de necesidad. Así, se afirma: «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 estos ejemplos lo que vemos es una conexión entre «ley» y «debe» que también ha de ser analizada.

2. REGULARISTAS Y NECESITARISTAS

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 ahora es un asunto polémico, 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 por lo que el mundo es como es. Según Swartz¹¹, 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.

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.

2.1. La definición de ley de D. Lewis

La definición de ley ofrecida por David Lewis¹² incorpora nuevos matices convirtiendo tal asunto en una actividad valorativa. Propone el siguiente argumento: una ley de probabili-

¹¹ N. Swartz, 1985, pág. 38.

¹² 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. La propuesta de este autor, recientemente fallecido, ha sido objeto de análisis detallado por parte de Van Fraassen fundamentalmente en su texto de 1989.

dad 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»¹³. 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 fuera 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 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 criterios 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 criterios fueran diferentes también

¹³ D. Lewis, 1986a, pág. 122.

lo serían las leyes. Tales criterios 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 criterios de evaluación o en las que no hay gente en absoluto, lo cual no implica que las leyes sean diferentes en otros tiempos y lugares donde haya gente con otros criterios. El problema planteado por Van Fraassen es que sobre los tres criterios 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 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 fundamentadas, y son aquellas regularidades que juegan un papel central en los sistemas verdaderos más óptimos en su combinación de simplicidad y fuerza.

Van Fraassen¹⁴ 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 son las propiedades naturales, sosteniendo que ése 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 antropocéntricos¹⁵. 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 histórica-

¹⁴ Van Fraassen, 1989a, págs. 55-59.

¹⁵ Éste es también el centro de la crítica de John W. Carroll, 1994, páginas 45-54.

mente 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 son 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.

David Lewis afirma, sin embargo, que las leyes de la naturaleza no son estrictamente necesarias. Tal sentencia se produce en el marco de su realismo modal¹⁶ 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 uno y otro mundo, no se 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

¹⁶ Véase D. Lewis, 1986b.

«gran servicio», es útil y fructífera, y ésa es una razón para pensar que es verdadera¹⁷.

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; 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 Lewis¹⁸ 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 si C es verdadero en el mundo seleccionado A. De forma más general, el condicional es verdadero en un mundo W si 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 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 caracteri-

¹⁷ Ibid., pág. 4.

¹⁸ Ibid., pág. 21.

zación del nuestro¹⁹, 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 éstas caracterizadas de forma unívoca y negando que sea éste 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 tesis²⁰.

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

¹⁹ 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, pág. 139).

²⁰ D. Lewis, 1986b, pág. 91.

Los realistas modales necesitaristas²¹ afirman que realmente existen otros mundos posibles, lo cual no significa que todos los mundos descriptibles 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 es. 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.

²¹ 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 premisas, 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).

2.2. 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, Armstrong²² 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 que exista un F es necesario que exista un 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 con 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

²² D. M. Armstrong, 1983, pág. 86.

podemos afirmar con propiedad que existe una relación de nómica necesidad N , tal que $N(F,G) \rightarrow (x) (Fx \supset Gx)$.

Esto es, si esta relación se sostiene entre los universales, entonces es automático que cada particular F determina qué es un G . Y ésta 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 estados de cosas particulares, 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 siendo necesario que a sea un G , tenemos que 'para que algo sea un F es necesario que algo sea un G ', donde un tipo de estados de cosas (el universal F) necesita otro tipo de estados de cosas (el universal G)²³.

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. 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. La inferencia de la mejor explicación, afirma Armstrong, *nos fuerza* incluso en la esfera del análisis metafísico²⁴.

El análisis de Fred I. Dretske²⁵ 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

²³ Ibíd., pág. 97.

²⁴ Ibíd., pág. 98.

²⁵ Dretske, 1977, págs. 248-268.

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 leyes²⁶.

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 por lo que las leyes no son simplemente lo que las declaraciones universales expresan, y se interpreta 'Todo F es 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 \rightarrow 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 que 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 son esas leyes es obviamente un asunto ontológico. Es por ello, además, por lo que sólo comenzamos a llamar a algo una ley cuando está bien establecida.

²⁶ Ibíd., pág. 253.

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 estableciendo la probabilidad de esa hipótesis. Pero, afirma Dretske, la confirmación no consiste sólo en establecer la probabilidad de ocurrencia de los casos examinados, sino en establecer la probabilidad de que los casos no examinados (en los aspectos relevantes) se parezcan a los examinados. Es ésta la probabilidad que debe ser establecida para hablar de una confirmación genuina, y para que la hipótesis sea útil en la predicción, y es ésta la probabilidad precisamente que no depende de la evidencia instanciada. Las leyes, tal como afirman todos los necesitaristas, nos dicen lo que debe ocurrir, y no meramente lo que sucede o sucederá dadas ciertas condiciones iniciales.

Hemos de realizar el *ascenso ontológico*²⁷, esto es, el paso que lleva desde el discurso 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 \rightarrow G-dad
Esto es F,
Por lo tanto,
Esto *debe ser* G

²⁷ Dretske, 1977, pág. 263.

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 del platonismo, afirma que no ha argüido que haya 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 naturaleza²⁸.

Lo que es común a estos y otros análisis acerca de las leyes de la naturaleza son los problemas de la identificación y la inferencia, problemas que, a juicio de Van Fraassen, funcionan 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 lógica²⁹.

Suele argumentarse, por otro lado, que 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

²⁸ *Ibíd.*, pág. 267.

²⁹ Van Fraassen, 1989a, págs. 38-39.

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. Éste 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.

En definitiva, 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 ofrecernos³⁰ 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 esa posición en los siguientes términos:

³⁰ *Ibíd.*, pág. 184.

Hay verdaderamente una visión excéntrica. Ésta es la visión de que, aunque hay regularidades en el mundo, no hay leyes de la naturaleza³¹.

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 pueda 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 conforme 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 lenguaje³². Es posible ofrecer, sin embargo, una consideración completa sobre la explicación, la predicción, las bases de la aceptación de las teorías, etc., negando al tiempo la existencia de las leyes, y negando, ante todo, la centralidad que tal concepto ha adquirido en la Filosofía de la Ciencia³³.

³¹ D. M. Armstrong, 1983, pág. 5.

³² Van Fraassen, 1981b, págs. 189 y sigs.

³³ Tal negación, por otro lado, ya no es patrimonio de los antirrealistas. En su reciente texto, R. Giere niega también la trascendencia de tal concepto desde posiciones realistas. El Realismo Constructivista y perspectivista diseñado no rechaza, sin embargo, las necesidades en la naturaleza (Giere, 1999).

3. 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 pueden caracterizar al modelo depende del ojo del teórico, ya que no corresponden a ninguna división en la naturaleza³⁴.

Tal como hemos expuesto más arriba, formalmente, cuando los *parámetros definientes*³⁵ 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 de modelos, entendiendo por modelo un par $M = \langle X, \text{loc} \rangle$, 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

³⁴ Van Fraassen, 1989a, pág. 223.

³⁵ Este 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.

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 que tiene que tomar 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 diferentes³⁶.

De este modo es posible concebir una teoría³⁷ 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 y qué secuencias de estados puede asumir un sistema físico

³⁶ Una exposición completa de la naturaleza de las leyes según la Concepción Semántica se encuentra también en F. Suppe, 1976 y F. Suppe, 1989, págs. 152-169.

³⁷ Así lo hace F. Suppe, 1974, ed. cast. 1979, pág. 49.

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 permite 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.

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 sucesión³⁸. 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 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 cons-

³⁸ 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, págs. 313 y sigs., y 1989b, págs. 339-347).

tante, 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 de 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*³⁹. 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 de transición, y la misma transformación se produce al definir las leyes de interacción en marcos no deterministas.

³⁹ Un análisis más detallado de esta cuestión se encuentra en Van Fraassen, 1970b, pág. 331.

De esta forma, las leyes son las que configuran un modelo teórico. Y es posible definirlo ahora 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 es 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 para representar los fenómenos. Por esta razón Van Fraassen afirma⁴⁰ 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 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 por qué 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. Del mismo modo, si se incluye en el estado algunas funciones de tiempo, las leyes de sucesión pueden ser sustituidas por leyes de coexistencia⁴¹. Estas transformaciones, de hecho, están en 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, de la misma manera que 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»⁴².

De esta forma, concluye Van Fraassen, las leyes son leyes de los modelos, principios que configuran los espacios de estados y que permiten 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 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

⁴⁰ Van Fraassen, 1983a, pág. 8.

⁴¹ Van Fraassen, 1989a, pág. 223.

⁴² *Ibíd.*, pág. 224.

dada la carga teórica del concepto. Son los principios básicos de las teorías, las ecuaciones fundamentales, los que configuran un modelo teórico. Además, *allí donde los filósofos hablan de leyes, los científicos hablan de simetría, transformación e invariancia*⁴³.

4. 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 aspecto⁴⁴, 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 el único ejemplo de simetría, pero ésta 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.

Del mismo modo, un argumento de simetría puede ser construido para solucionar un simple problema de trazado de las distancias más cortas, imaginando una simetría bilateral,

⁴³ Estos conceptos son analizados por Van Fraassen y constituyen una propuesta polémica y merecedora de multitud de respuestas críticas que, algo más de diez años después, siguen sucediéndose (Van Fraassen, 1989a).

⁴⁴ Van Fraassen, 1984b, págs. 851-869 y 1988a, págs. 385-409.

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 que 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 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 en la base de la teorización científica. Esto tiene como consecuencia que la observación de una asimetría provoque 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 éste 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 de los sucesos, 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 imágenes coherentes y unificadas 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.

Lo cierto es que 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 invariancia bajo esas transformaciones.

Otro ejemplo propuesto en estas páginas⁴⁵, y que permite una comprensión de la forma en que son utilizados estos con-

⁴⁵ Van Fraassen, 1989a, págs. 247-250.

ceptos de simetría, transformación e invariancia, es el de las escalas de temperatura. Que un cuerpo tenga una temperatura de 0° centígrados refiere justo el mismo hecho expresado en 32° Fahrenheit; 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 sean invariantes bajo esas escalas de transformación, ya que esas invariancias representan el contenido objetivo del discurso sobre la temperatura; las ratios e intervalos son los mismos para todas las escalas. Estas invariancias 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 modernas. 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 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-izquierda⁴⁶.

⁴⁶ H. Weyl, 1951, ed. cast. 1991.

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 ésta 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 determinan 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 agotan en absoluto la consideración sobre ellos, aun 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 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, 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 siste-

mas, 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. De esta manera, 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.

Las leyes, por lo tanto, pueden considerarse como principios guía de la construcción de modelos en la ciencia moderna. Así lo defiende Van Fraassen en algunos artículos⁴⁷ y en 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 éste 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 como imaginados, esto es, cuando se considera que ciertos fenómenos descritos deben ser objeto de ulterior teorización⁴⁸. En este punto es necesario señalar que las descripciones de nuevos fenómenos, e incluso el hecho de ver nuevos fenómenos que hay que tratar, es un proceso creativo que ha sido objeto de tratamiento por diversos autores⁴⁹. Por 'nuevos' se 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 po-

⁴⁷ Principalmente, Van Fraassen, 1984b y 1988a.

⁴⁸ Van Fraassen, 1989a, págs. 228-230.

⁴⁹ Así lo señalan Hacking, 1984 y Suppes, 1962 y 1974, pero también 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.

sibilidad 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 sólo a partir 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.

La simetría no interviene en el primer momento creativo; su función es la de servir de guía de los posibles caminos que hay que seguir una vez ha comenzado el proceso de teorización, tratando de incorporar la máxima metodológica de que problemas semejantes 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 conforme 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 textos⁵⁰, 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, se 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 éste 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 posibilidad, no sólo porque muestran las líneas de solución de un problema, sino también problemas que hay que explicar cuando las simetrías esperadas no se dan de hecho. El ejemplo⁵¹ 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, es ilustrativo. 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 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 sea⁵². La explicación es requerida; otro

⁵⁰ Nos referimos a Van Fraassen y Jill Sigman, 1993 y Van Fraassen, 1994b.

⁵¹ Citado por Van Fraassen de la obra clásica de H. Weyl, 1951.

⁵² Van Fraassen, 1988a, pág. 389.

problema es si los compromisos con la simetría son 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 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.

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 dé 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 modelos⁵³.

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 empírico, a un punto final donde se mantiene exactamente el mismo riesgo. El grado de falibilidad empírica permanece invariante⁵⁴.

En otras palabras, una vez que la situación ha sido modelada, los requerimientos de simetría nos 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 rele-

⁵³ Van Fraassen, 1988a, pág. 390.

⁵⁴ Van Fraassen, 1989a, págs. 260-261.

vantes, 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. 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 teorizar⁵⁵.

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, la información que contiene, y no su estructura, lo que tiene la propia o relevante *adequatio ad rem*⁵⁶.

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 fir-

⁵⁵ Ibid., pág. 317.

⁵⁶ Ibid., pág. 188.

memente 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 invariancias 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 soluciona 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 en conformidad con las leyes, ya que éstas no determinan unívocamente el mundo que actualmente existe.

Finalmente, 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 muestra 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 es 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? ¿Basándose en decisiones de los científicos? Además, otro tipo de cuestiones también puede ser señalado, 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 modelos⁵⁷ en el fondo de la realidad. Una proyección del todo innecesaria.

⁵⁷ Van 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 al nivel de la filosofía del lenguaje; ésta es la encargada de explicar el uso y estructura del lenguaje mo-

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 causalidad sí 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 y experiencia 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 sí en las entidades teóricas, ya que aceptar una explicación en la que éstas estén implicadas significa admitir la causa. Respecto a las leyes la cuestión es diferente; unas leyes explican a otras⁵⁸.

Cartwright⁵⁹ cree desde su realismo de entidades que la estructura o algunos elementos de los modelos representan este

dal, 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.

⁵⁸ N. Cartwright, 1983, pág. 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 distintos sistemas de leyes no necesariamente relacionadas unas con otras en ninguna forma sistemática o uniforme (N. Cartwright, 1999, pág. 31).

⁵⁹ 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. Aun 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, 1975a.

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 ni refleja 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. Sí es cierto, admite Van Fraassen, que cuando los científicos describen el mundo lo hacen en términos del discurso causal, pero 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 preexistentes que se exportaron desde nuestras consideraciones prácticas del mundo. Pero, continúa Van Fraassen, no hacemos justicia a este hecho acerca del discurso científico reificando sus términos o diseñando una ontología de causas o de leyes.

De la colección de **PAPELES JPG**
en <http://padron.entretemas.com.ve>

V La actividad científica como práctica interventora e interpretativa del mundo

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 pasado¹.

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 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

¹ I. Hacking, 1983, ed. cast. 1996, pág. 174.

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 artísticas², 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 que tienen que 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 lo que suceda de hecho sea 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 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

² Esta tesis es desarrollada por Van Fraassen y Jill Sigman, 1993, páginas 73-99 y Van Fraassen, 1994b, págs. 169-187.

es arbitraria y puede ser evaluada como apta, incompleta e incluso sesgada. De esta forma, aun 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 precedentes³.

Un matiz diferente puede introducirse si hablamos no ya de «representación de», sino de «representación como»⁴, 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 esta 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 en pensar que sus interpretaciones de los hechos encontrados eran únicas.

Ronald Giere admite todas estas consideraciones acerca de la representación y en su última obra, *Science without Laws*⁵,

³ Van Fraassen, 1994b, pág. 171.

⁴ *Ibíd.*, págs. 171 y sigs. También en Van Fraassen y Jill Sigman, 1993, pág. 76.

⁵ R. Giere, 1999.

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. Un mapa es más o menos preciso, más o menos detallado, o en mayor o menor escala. Además, 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 papel⁶.

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 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

⁶ Ibid., pág. 25.

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*⁷, 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 dónde 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 pragmática⁸. Y es que si queremos, desde la nueva orientación teó-

⁷ Ibid., pág. 79.

⁸ Van Fraassen, 1992, pág. 11.

rica 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 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 sociologistas⁹ 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.

⁹ 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*¹⁰, 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 irreducibles, es imposible traducirlos a un lenguaje más 'higiénico' y éste, probablemente, sea ese gran punto de acuerdo de toda la filosofía actual de la ciencia: la tarea de los empiristas lógicos de hace cincuenta años es una tarea irrealizable. El discurso teórico es irreducible; las teorías pueden, como mucho, 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 Fe-

¹⁰ Van Fraassen, 1989a.

yerabend, y es ésta la interpretación más plausible teniendo en cuenta tales características.

Parecería que, puestas así las cosas, los constructivistas sociales, ya sean constructivistas epistemológicos o constructivistas ontológicos, según la clasificación ofrecida por R. Giere¹¹, 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 constituidos 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 son 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,

¹¹ R. Giere, 1999, pág. 19.

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 aplicaciones en conflicto de diferentes tipos de modelos es una indicación de que uno o ambos tipos de modelos no son tan buenos como podrían serlo a la hora de representar el mundo y esto es una invitación a ulterior investigación que dé como resultado la eliminación del conflicto. Aunque no haya garantía en el éxito de tal empresa, ésta es la orientación adecuada a juicio de Giere¹².

Pero esta 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

¹² R. Giere, 1999, pág. 83.

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.

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 son 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*¹³. Cada una de esas formas de ver el mundo es potencialmente una nueva forma de responder a nuevos fenómenos inesperados, e incluso no imaginados¹⁴, de tal manera que las tensiones creadas son nuevos núcleos de creatividad científica y tecnológica.

Es por ello por lo 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 que 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.

En primer lugar, por no admitir las interpretaciones rivales y creer que existe la teoría única y verdadera sobre el mundo y que unas teorías son mejores que otras, dependiendo del grado de aproximación a tal historia verdadera del mundo, aunque realismos más moderados y constructivos como el de R. Giere supongan un cierto alejamiento de esta tesis realista clásica.

¹³ Van Fraassen, 1994b, pág. 181.

¹⁴ La influencia de Feyerabend es evidente; la proliferación de hipótesis causa el núcleo de tensiones y conflictos que permiten explicar el progreso científico (Feyerabend, 1970, 1977, 1989, 1996). También, como argumentaremos al final, el parecido de familia es evidente con Longino, 1990, cap. 10.

En segundo lugar, por 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, la de un realismo práctico o transformativo, suponen también una excepción, ya que no insisten tanto en el conocimiento como en la 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 sesgado¹⁵ (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 que hay que explicar es también constante). Su educación dogmática, como definió Kuhn¹⁶, 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 interpreta las teorías literalmente y que 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

¹⁵ 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 otros son implicaciones contextuales, pero si se quiere llamar teoría a cada idea, protociencia o creencia que puede inventarse la tesis de la carga teórica se convierte en trivial (Hacking, 1983, ed. cast. 1996).

¹⁶ T. S. Kuhn, 1961, ed. cast. 1979.

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, 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*¹⁷. 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 les 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*¹⁸. 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 significaría que un grupo de investigadores com-

¹⁷ I. Hacking, 1983, ed. cast. 1996, pág. 174.

¹⁸ *Ibíd.*, pág. 291.

parten las mismas bases teóricas en su trabajo, pero esto sería un hecho sociológico, no un fundamento para mantener un realismo de teorías.¹⁹ 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 deberíamos hablar de tecnociencia, para todo lo cual encontraríamos casos paradigmáticos, podríamos 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 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 aquel 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

¹⁹ I. Hacking, 1984, pág. 157.

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 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 rellenos para continuar con el proceso. En vez de hacerlo a través de conjeturas o hipótesis y luego proceder a verificar, lo que se hace es diseñar un experimento que muestre *cómo sería relleno ese espacio en blanco si la teoría fuese empíricamente adecuada*²⁰. Nuevamente la 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 aplicativa, 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

²⁰ Van Fraassen, 1980a, pág. 75. Se subraya el carácter dialéctico de la relación teoría-experimento, inextricablemente unidos en el proceso de la construcción teórica, aspecto que también es analizado por Hooker considerando a la tecnología, desde su realismo evolucionista y 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, págs. 315-316).

una realidad construida en sus términos²¹. 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).

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 construcción²².

²¹ Valoraremos al final de nuestro recorrido cómo los estudios de laboratorio constatan una 'vida propia' de éstos, de tal manera que son teorías del 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 teoría que los interpreta y conforme 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 unos a otros y acaban autojustificándose mutuamente hasta el punto de que no se generan datos no interpretables por aquellas teorías con las que nos comprometemos (I. Hacking, 1992).

²² I. Hacking, 1983, ed. cast. 1996, pág. 294.

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 artificial y no real²³.

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 ilustrado en este caso. Imaginemos que tenemos diferentes procesos que producen muy diferentes imágenes visuales cuando interferimos en ellas bajo condiciones similares. Las estudiamos, notamos ciertas similitudes, repetimos una y otra vez las mediciones o experimentos, y va-

²³ I. Hacking, 1984, pág. 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, pág. 146). Valora también A. Franklin que la experiencia en el uso de sofisticados aparatos incrementa la confianza del experimentador en la validez de sus resultados, pero para convencer o persuadir a la comunidad científica se requieren otros argumentos (A. Franklin, 1990, pág. 143). En este sentido, puede hablarse incluso de la existencia de tradiciones experimentales (P. Galison, 1987).

mos 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 éste es el resultado lógico si hemos *seleccionado deliberadamente* a través del proceso experimental justo esas similitudes que afirmamos que son tan relevantes, y hemos minimizado o eliminado otras similitudes que no se revelaron persistentes o fueron consideradas artificiales y no reales.

El propio Hacking²⁴ relata cómo la preparación de las muestras en la época en que fueron contruidos los primeros microscopios y que poco después se 'convierten 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 contruida la muestra, ya que debían 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 pragmáticas

²⁴ I. Hacking, 1981b, págs. 138 y sigs. También I. Hacking, 1983, cap. 11.

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.

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.

1. ¿ACEPTAR O CREER EN LAS TEORÍAS?

Una teoría científica es el producto más genuino de la actividad científica y que nos permite, precisamente, satisfacer las diferentes prácticas 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 opinión².

¹ Van Fraassen, 1985, pág. 280.

² Van Fraassen, 1989a, pág. 190.

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 ambos 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 tal 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 verdadera³.

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 creencia de que es empíricamente adecuada⁴,

³ Van Fraassen, 1980a, pág. 8.

⁴ Van Fraassen, 1980a, pág. 12.

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 existen⁵. 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*⁶. 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 vive⁷. 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 revisables⁸. Basándonos en ello podemos preguntar ¿cuándo o conforme a qué la comunidad científica acepta una teoría o la

⁵ Así lo defendía Sellars, 1963, cap 3.

⁶ C. Hooker, 1987, pág. 34.

⁷ *Ibíd.*, pág. 7.

⁸ *Ibíd.*, pág. 22.

elige entre algún número de candidatas? 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 basándonos en 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*⁹.

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 teoría¹⁰.

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?¹¹ Aceptar una teoría como empíricamente adecuada implica creer sólo que es verdadera

⁹ Ibid., pág. 34.

¹⁰ Van Fraassen, 1980a, pág. 4; 1980b, pág. 176; 1985, pág. 281.

¹¹ Van Fraassen, 1980a, pág. 4; 1985, págs. 276 y sigs.

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 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.¹² 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 observable¹³.

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 hace, 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,

¹² Van Fraassen, 1983b, pág. 327.

¹³ Van Fraassen, 1989a, pág. 193.

añade, todos estos factores y consideraciones no son epistémicos, son pragmáticos, 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 adecuación empírica es que esa permanente confianza es puramente pragmática. La otra opción sería la de aceptar los riesgos epistémicos del juego realista, como 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 suelo¹⁴.

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 para el acceso a un rango de fenómenos determinados. La racionalidad de la creencia en las entidades y

¹⁴ Van Fraassen, 1980a, pág. 82.

procesos postulados por la ciencia está plenamente sentada observados tales signos.

A pesar del fracaso de la inducción, magníficamente expresada por Hume¹⁵, 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 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 naturaleza¹⁶ o principios de orden natural, que dan cuenta de la necesidad¹⁷. De

¹⁵ D. Hume, 1748.

¹⁶ Es el caso de todos los autores señalados sobre todo en el capítulo dedicado a las leyes: Armstrong y Dretske, fundamentalmente.

¹⁷ 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).

otra forma, argumentan, 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 varias hipótesis, digamos H y H'. Debemos inferir H más bien que H' precisamente si H es una mejor explicación de E que H'¹⁸.

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 racionales¹⁹. No es lo que pretende ser si quiere satisfacer el ideal de la inducción, una regla para formar nuevas creencias justificadas basándose en la evidencia en una forma objetiva, y, además, pretende hacerlo conforme 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,

¹⁸ Van Fraassen, 1980a, pág. 19.

¹⁹ Van Fraassen, 1989a, pág. 142.

además, la verdadera supone un 'salto de fe' no justificado conforme a la evidencia disponible, sin olvidar que esta última es, por lo general, relativa a la propia teoría.

Aun 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 nueva teoría no tiene mayor probabilidad de ser verdadera por el hecho de que los que piensan acerca de ella muestren 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 basándonos en la mejor alternativa que se nos presenta. Pero ello no nos obliga a creer que es, ipso facto, una buena alternativa*²⁰.

La 'inferencia de la mejor explicación' según realistas científicos como R. Boyd²¹ 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.

²⁰ Van Fraassen, 1989a, pág. 145.

²¹ R. Boyd, 1984, y 1985, págs. 3 y sigs.

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 70 y 80 del siglo xx fruto de la crítica al positivismo y al empirismo lógico, pero aún deudora de una concepción clásica de las teorías científicas: una elaboración teórica que es 'en algún grado' confirmada por la evidencia. Más explícitamente, T es confirmada por la evidencia E significa:

- a) 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 test» 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 es tal que su confirmación proporciona la confirmación del resto.

Es obvio que todas estas consideraciones o prácticas metodológicas son claramente teórico-dependientes, pero, continúa argumentando Boyd²², esto hace que el realismo esté aún más

²² R. Boyd. 1985, págs. 4 y sigs.

justificado. El éxito instrumental de tal práctica metodológica es explicado basándose en 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 Glymour²³, 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 ítem comparativos en la evaluación de teorías. Lo que, en rigor, puede ser llamado 'evidencia' es ante todo una cuestión de determinación empírica de valores cuantitativos determinados que constituyen la base de los test 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 poder construirse 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, aten-

²³ Fundamentalmente C. Glymour, 1980.

diendo más a una noción de grados de creencia conforme a una evidencia que se muestra en un proceso dinámico y continuo de teorización, prueba, etc., y a 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 éstas, deliberar y actuar, son unas utilidades esperadas (*expected utilities*)²⁴. 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 test propuestos hagan que una de ellas sea en el momento en 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 (A y B) no es más probable que B sola.

Tenemos, pues, a juicio de Van Fraassen²⁵, 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 producen 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 Fraassen²⁶ 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. Éstas son de dos tipos: las *virtudes confirmativas*, que son las características que señalamos como las formadoras de nuestra creencia en la verdad de la teoría, y esto 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, 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 aceptación²⁷. En otras palabras, la comparación teórica y la evaluación tienen aspectos pragmáticos irreductibles.

De la colección de PAPELES JPG
en <http://padron.entretemas.com.ve>

²⁴ C. Glymour, 1992, pág. 249.

²⁵ Van Fraassen, 1983c, pág. 39.

²⁶ Van Fraassen, 1983d, págs. 165 y sigs.

²⁷ Ésta sería la consecuencia también del análisis de Glymour, 1980, acerca de los test, ya que éste muestra que ni siquiera el soporte eviden-

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 son 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 son definidas como una práctica más cuasi-política que teórica²⁸. 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 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. Giere²⁹, para quien el di-

cial es meramente un asunto de determinación de la probabilidad de verdad a la luz de la evidencia. La comparación teórica, la elección o la aceptación no son 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. Ésta es la lectura que hace Van Fraassen del relevante texto de Glymour (Van Fraassen, 1983b, págs. 319-329; 1983c, págs. 27-42, y 1983d, páginas 165-176).

²⁸ Van Fraassen, 1983b, pág. 326.

²⁹ R. Giere, 1983, pág. 287.

seño 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 lo subrayable de esta cuestión es que las consecuencias epistémicas de uno y otro resultados son tales que si éste 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 que hay que 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 valores³⁰ 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 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.

³⁰ *Ibíd.*, pág. 290.

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 aun 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 aun 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 anterioridad³¹.

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 realismos actuales, muy matizados respecto a las tesis realistas más clásicas e ingenuas, y el Empirismo Constructivista desaparecerían. Pero, tal como ya

³¹ Van Fraassen, 1985, pág. 298

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 debería ser suficientemente ilustrativo no ya de cómo debemos aprender a 'ver' a través de un microscopio, como nos propone Hacking³², argumentando de esta forma la flexibilidad de la noción de observación, sino del proceso constructivo que está en 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.

³² I. Hacking 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 (I. Hacking, 1984, págs. 160 y sigs.; 1981b, págs. 132-153; 1983, cap. 11).

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 condicionan el relato histórico.

Relata R. Giere³³ 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 varillas 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

³³ R. Giere, 1999, págs. 191-197.

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 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 habría 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 re-examinaron 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 más evidente, ya que las técnicas de difracción muestran que variaciones 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 justificadas³⁴.

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

³⁴ R. Giere, 1999, pág. 193.

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 debido 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 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 que estaba a punto de desentrañar la estructura de la molécula. Ésta, 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 historia³⁵ y las metodologías utilizadas por ambos centros de investigación para mostrar finalmente el rendimiento explicativo de las hipótesis realista y empirista. Puede concluirse 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

³⁵ Los textos clásicos son Watson, 1972 y Olby, 1974. El papel de Rosalind 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.

un proceso³⁶ son entendidos 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.

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, que trasladó 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. Ésta 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*.

³⁶ 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.

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 observado³⁷.

Ésta 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.

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 accidentales³⁸.

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,

³⁷ C. Martínez, 2000, pág. 180

³⁸ 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, págs. 179-181).

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 molécula³⁹.

Realmente, hemos de admitir que el relato proporcionado por Giere para justificar su hipótesis realista o para afirmar la tesis de que ésta está mejor justificada 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 ésta una carrera entre dos métodos de trabajo diferentes, dos escuelas diferentes, y la realidad es que era muy improbable saber de antemano cuál funcionaría. Tal es la opinión expresada por A. Sayre⁴⁰, 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, éstos 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 fuera 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

³⁹ C. Martínez, 2000, pág. 179.

⁴⁰ A. Sayre, 1975, ed. cast. 1997, pág. 147.

sería 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 expuestas por Giere al comienzo del apartado, lo cual queda ilustrado con este magnífico y triste episodio de la historia de la ciencia.

5. HACIA UNA TEORÍA PRAGMÁTICA DE LA EXPLICACIÓN

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 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' vuelven 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.

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, y 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 que se debe 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.*⁴¹ Pero el criterio, tal como Hempel establece, no es una condición suficiente para la explicación. Así, por ejemplo, el corrimiento hacia el rojo proporciona un fundamento 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 hace exactamente si las condiciones atmosféricas son del tipo correcto, pero en este caso sólo el último factor es el que explica.

⁴¹ J. C. Forge, 1982, pág. 212.

El criterio, por otro lado, tampoco es condición necesaria. En este caso, el ejemplo de la paresia 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 paresia sólo en un pequeño porcentaje de los casos. Es ésta 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 señalados, la propuesta de Hempel ha sido una de las más completas e importantes y, no en vano, ha provocado un inmenso debate en torno a la explicación. Textos como el de W. Salmon, *Four Decades of Scientific Explanation*, de 1990, muestran la riqueza de matices en la discusión.

En los años 80 el debate sobre la explicación va de la mano del de la verdad y el éxito de una teoría científica, y es éste 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 las consideramos, tal como sucede en la ciencia del siglo xx, leyes estadísticas o probabilísticas, el campo de la explicación se complica, 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 pueden 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 la de 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 que va a ser explicado.

Según Clark Glymour⁴², una forma de argüir a favor de una teoría es mostrar que proporciona una buena explicación de un cuerpo de fenómenos e, incluso, que proporciona 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 Laudan⁴³, mostrando que la cadena de supuestos es la siguiente:

⁴² C. Glymour, 1984, pág. 184.

⁴³ L. Laudan, 1981a, págs. 228 y sigs. Explicar el éxito de la ciencia es también el objetivo trazado en L. Laudan, 1984a, 1984b, y en su texto más reciente, de 1996.

- 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.

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? Ésta 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 unidas), 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 adecuada 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 situación⁴⁴. Tres tópicos o prejuicios están en la base de las discusiones y tienen una influencia subliminal en ellas:

⁴⁴ Van Fraassen, 1977b, págs. 143-150.

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 él proponía *explicaba* los fenómenos de la combustión, y Fresnel, que todos estos fenómenos son unificados y *explicados* por la misma teoría de las vibraciones.

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 requiere lógicamente teorías verdaderas o aceptables como premisas; sólo de esta forma, 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 teorías⁴⁵.

⁴⁵ Es el caso de la «desigualdad de Bell». Bell describe cómo hay correlaciones para las cuales no hay una causa común, pero la Mecánica Cuántica permite la ocurrencia de este fenómeno y predice la ocurrencia de tal

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 contexto⁴⁶. 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 aquél. El debate recorre más de 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, a sus textos, el del año 1984 *Scientific Explanation and the Causal Structure*

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, pág. 28 y 1984c, pág. 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 común, pero su rechazo es racionalmente defendible (Van Fraassen, 1982c, pág. 209).

⁴⁶ Van Fraassen, 1975b, y 1977b, pág. 147.

of the World, el más reciente, aunque ya clásico, *Four Decades of Scientific Explanation*, de 1990, y su última obra, *Causality and Explanation*, publicada en 1998.

Según Wesley Salmon⁴⁷, dar explicaciones científicas es mostrar cómo los eventos encajan en la estructura causal del mundo. La explicación entonces consiste en un doble asunto:

- 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 el de que deben tomarse como entidades básicas que hay que explicar los procesos más que los eventos, ya que aquéllos tienen mayor duración temporal y, en muchos casos, mayor extensión espacial.

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 proceso⁴⁸.

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:

⁴⁷ W. C. Salmon, 1984, caps. 1, 2, 5, 6 y 7.

⁴⁸ *Ibíd.*, pág. 139.

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 material, constituye un proceso causal. La sombra, sin embargo, es un pseudo-proceso, ya que si el coche choca con un muro quedará con las marcas de la colisión, pero 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 muro⁴⁹.

Así pues, un proceso causal es aquel que transmite, o tiene la capacidad de transmitir, energía, información o influencia causal. Estos procesos causales son los medios por los cuales la influencia causal es propagada.

Una nueva diferenciación debe ser establecida para entender esta afirmación: 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 «¿qué es la relación causal?» es ahora sustituida por «¿qué es un proceso causal?» y «¿qué es una interacción causal?» La explica-

⁴⁹ *Ibíd.*, págs. 43-44.

ción, según Salmon, proporciona conocimiento de los mecanismos de producción y propagación de estructura en el mundo.

Esta aproximación a la teoría de relevancia estadística de la explicación de Salmon es presentada también por Van Fraassen. Aunque éste la considera adecuada, esta teoría de la explicación no sería más que una subespecie de 'explicación' en general y ello por varias razones. En primer lugar, 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. En segundo lugar, 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, ya que esto nos obligaría a admitir que muchas explicaciones científicas no son 'genuinas' explicaciones causales (incluso en el sentido estadístico de Salmon).

Ambos autores están de acuerdo en 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 ejemplos⁵⁰.

⁵⁰ Van Fraassen, 1980a, pág. 156.

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 este 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, que 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 variarían 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 relevantes⁵¹.

Una explicación ahora consiste en listar factores relevantes que apuntan hacia un relato completo de cómo sucedió el evento. Esto tiene como consecuencia la eliminación de varias hipótesis alternativas sobre cómo ocurrió el evento y del desconcierto acerca de 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 por qué*. Una correcta estructura de una cuestión de por qué sería ésta: ¿Por qué (es el caso que) P en contraste a (otros

⁵¹ *Ibíd.*, pág. 126.

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 por qué 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 por qué, 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. Éste 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 por qué. Van Fraassen lo hace mediante un ejemplo sencillo. Consideremos esta cuestión: ¿por qué es remolcado ese conductor? Esto implica que de hecho ese 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:

Pk al asunto.

X = {P1... Pk...} es la clase contrastante y

R la relación de relevancia.

Identificamos entonces una cuestión de por qué con la siguiente formulación: $Q = \langle Pk, X, R \rangle$

Una proposición A es relevante a Q exactamente si A tiene relación R con la pareja $\langle Pk, X \rangle$. No se exige que A sea verdadera, sólo que A sea relevante, en ese contexto, a esta cuestión. Determinar, como ya anotamos, si la contestación ofrecida es buena, informativa o mejor que otras posibles que pu-

dieron 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 y 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, según cuestiones tales como si es aceptable o con probabilidad de ser verdadera, etc. En otras palabras, se evalúa su consistencia.
- b) Evaluar A en relación con 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 ésta 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, 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 por qué, 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 sustantiva de las teorías, tal como propugna el realismo aduciendo como característica de éstas su 'poder explicativo'. Un poder que los realistas consideran responsable del éxito explicativo, lo que proporciona, además, mayor evidencia para la verdad de la teoría que la que ya se tiene al construir una adecuada descripción de los fenómenos y es, por lo tanto, una razón para la creencia más allá de la mera aceptación de la teoría.

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. En realidad, la explicación es un asunto de relación teoría-mundo y contexto, con lo que el estatus de explicación ya no es una característica sustantiva 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 ésta:

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 adecuadas⁵².

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 por qué, pero ahora cree que es un error. No toda cuestión de por qué busca una respuesta explicativa, ya que tam-

⁵² Van Fraassen, 1980a, pág. 157.

bién se puede buscar una respuesta simpatética, o emocional, etcétera, y, por otro lado, no toda explicación científica es una respuesta a una cuestión de por qué o puede ser transformada en una cuestión de por qué. Algunos filósofos, 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 aun cuando no conocemos la respuesta correcta de la correspondiente cuestión de por qué. También hay explicaciones científicas genuinas que responden a la cuestión '¿cómo, de hecho...?'

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 óntica de la explicación, para quien la búsqueda de explicaciones es la búsqueda de los mecanismos subyacentes causales del fenómeno que se quiere explicar y, por lo tanto, lo de menos es la forma del interrogante.

Aun 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 son aplicados y realizados 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 sí 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 positivistas lógicos 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. 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 proporciona respuestas profundas o esenciales sobre los fenómenos; las repuestas a las cuestiones de por qué no van más allá de la información relativa a que los fenómenos ocurren regularmente de tal y cual manera.
- e) Estos autores 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. Éstas, 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*⁵³.
- 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 a 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

⁵³ Ian Hacking, 1983, ed. cast. 1996, pág. 69.

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.

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, del mismo modo, en contra del otro extremo, representado por el absolutismo o los 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 princi-

pios inmutables, de sistemas cerrados y pretendidos 'absolutos' y 'orígenes'. 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 verdad⁵⁴.

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 con propiedad supone precisamente un rechazo de toda forma de cientifismo, un reconocimiento de que la ciencia no ha avanzado 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 prag-

⁵⁴ W. James, 1907, ed. cast. 1997, pág. 40. Es especialmente relevante también sus *Ensayos sobre un empirismo radical* (James, 1912).

matismo 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 metafísicas⁵⁵.

Finalmente, es un empirismo definido como una actitud⁵⁶, aquella que defiende una cierta aproximación a las cuestiones factuales como paradigmáticamente racional.

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 es característico 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

⁵⁵ W. James, 1907, ed. cast. 1997, pág. 41.

⁵⁶ Deudora esta idea también del pragmatismo de James cuando define esta posición no como una filosofía sino una forma de hacer filosofía. Así lo subraya el magnífico estudio editado por Morris Dickstein, 1998.

y actuaciones que llevan a cabo los científicos de acuerdo con los criterios, normas y objetivos dominantes en la comunidad científica⁵⁷.

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 éste uno de los tópicos centrales del análisis de Van Fraassen en sus obras más representativas, sí le dedica un lugar privilegiado en muchos de sus artículos⁵⁸. Van Fraassen se define como un probabilista 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 que haya que 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.

⁵⁷ A. Gómez, 1995, págs. 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 permite 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 conforme a creencias y expectativas acerca de resultados esperados que no pueden garantizarse de antemano. Estos temas los desarrolla también en su excelente estudio sobre la racionalidad A. Gómez, 1992.

⁵⁸ Nos referimos a Van Fraassen, 1980b, 1982b, 1988b y 1995d.

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 según el 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. Ésta es la probabilidad subjetiva o personal. A partir del siglo xx las probabilidades en la física son irreducibles y éste es el segundo sentido, la probabilidad física u objetiva⁵⁹.

La aceptación de teorías que implican tales probabilidades físicas u objetivas es un asunto complejo. Las aproximaciones realistas que acuden a la realidad de los mundos posibles⁶⁰, o a 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

⁵⁹ 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 aspecto de la ciencia de una nueva forma, aquella que mantiene todas las posibilidades en juego (Van Fraassen, 1994e, págs. 339-348 y 1995b, págs. 349-377).

⁶⁰ Véase, por ejemplo, la propuesta de D. Lewis, expuesta y valorada en el capítulo dedicado al debate sobre las leyes (D. Lewis, 1986b).

adecuadas y la creencia sólo en la verdad respecto a lo observable han sido sometidas 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 propuesta en un artículo posterior⁶¹ 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, el 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 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, en cambio, que tomemos el modelo de la probabilidad física u objetiva. Desde este punto de vista, aceptar una teoría debe significar *someternos epistémicamente a su guía, dejar que nuestras expectativas sean moldeadas por sus probabilidades acerca de los fenómenos observables*⁶². Es ésta la dimensión epistémica de la aceptación; en otras palabras, decidimos adoptar una teoría como nuestro experto⁶³, y esta actitud hacia la teoría constituye, en rigor, la definición perfecta

⁶¹ Nos referimos a Van Fraassen, 1989b.

⁶² *Ibíd.*, pág. 343.

⁶³ *Ibíd.*, pág. 344.

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 condicionalización⁶⁴, 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 predicciones empíricas correctas y ello depende, a su vez, de la adecuación empírica de la teoría.

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 posicionales⁶⁵.

⁶⁴ 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 $P' = P(\sim E)$, 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, pág. 93). Una importante contribución crítica a la teoría bayesiana la constituye Earman, 1992.

⁶⁵ Van Fraassen, 1984a, pág. 254; 1989a, pág. 179.

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 voluntad⁶⁶.

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 ésta 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 nuestras posibilidades de defensa o justificación posteriores⁶⁷. 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.

⁶⁶ Van Fraassen, 1984a, pág. 256.

⁶⁷ Van Fraassen, 1989a, pág. 157.

VIII

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 ser¹.

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.

El nuevo enfoque estructural defendido por la Concepción Semántica ofrece, a nuestro juicio, una visión muy adecuada

¹ Van Fraassen, 1994c, pág. 191.

sobre la ciencia. La ciencia es, ante todo, un tipo de actividad cuyo objetivo es proporcionar una interpretación de su objeto de estudio en términos de su estructura. Esta actividad es esencialmente constructiva, esto es, los científicos construyen modelos, objetos matemáticos, que son usados para representar la naturaleza.

La Concepción Semántica ofrece esta imagen de la ciencia y algo más que es pieza fundamental en la agenda de la Filosofía de la Ciencia actual: un análisis de las relaciones entre 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. En particular, 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 renovado 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 pretenden explicar. Realidad fundamentada 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 éstas 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, puede ser muy diferente. 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, dan 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 em-

pírico se mantiene hasta el final, ya que los fenómenos admiten también ser modelados según 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, hasta el punto de 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 virtudes 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 ha sido 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 enfocan 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, etc.²

Hay que diferenciar, por lo tanto, el naturalismo metafísico, o las clásicas propuestas de naturalización de la epistemología³, y el 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»⁴. 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.

Existen enfoques más atemperados, 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

² Así la define A. Ambrogi, 1999, pág. 12.

³ 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, págs. 239 y sigs.). Un importante estudio sobre la epistemología evolucionista y con contribuciones de Campbell y Popper es el de G. Radnitzky y W. Bartley (eds.), 1987.

⁴ Así lo afirma A. Ambrogi, 1999, pág. 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, pág. 172).

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 Giere⁵, 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 mismo 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 ciencia⁶ 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 Tierra, esto es, nosotros. Así que deben de tener un alto valor

⁵ R. Giere, 1987, pág. 148.

⁶ Giere, 1992 y 1994 son textos centrales para la defensa de una teoría cognitiva de la ciencia.

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 ciencia⁷. Y ello porque, en realidad, desde un punto de vista filogenético, *la ciencia actual se basa en las 'expectativas' de organismos unicelulares ancestrales*⁸.

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*⁹. 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, parecen una vía prometedora,

en tanto proporcionan a la imaginación abundantes recursos para el estudio filosófico de la ciencia.

Por su parte, las perspectivas sociológicas han centrado sus esfuerzos en 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/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 por lo 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 considera esenciales para comprender el funcionamiento real de la ciencia¹⁰. 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

⁷ Es ésta una parodia del pensamiento evolucionista, pero sirve para ilustrar el patrón de razonamiento presente en este tipo de estudios o programas para la comprensión del conocimiento como fenómeno natural. Es ésta una 'epistemología para dinosaurios' (Van Fraassen, 1985, pág. 260).

⁸ M. Bradie, 1994, en Ambrogio, 1999, pág. 172. Bradie valora así la perspectiva de Popper y Campbell.

⁹ *Ibíd.*, pág. 165.

¹⁰ 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.

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 sí 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.

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 construidas 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 y de la forma en que ciertos resultados numéricos se convierten en datos relevantes es 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 laboratorio¹¹.

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 señalar¹²:

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 funcio-

¹¹ La visita del antropólogo 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 permiten 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.

¹² Seguimos en esta caracterización de la vida del laboratorio a Hacking, 1992.

namiento 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 tanto, hacia la autojustificación¹³, hasta el punto de 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 son el reflejo de una fantasía realista.

b) *Inconmensurabilidad 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 alternativos¹⁴, 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 que se debe resaltar es que, en este caso, la inconmensurabilidad de la teoría antigua y la nueva que interpreta esos datos es radical, como advierte Hacking, ya que no estamos hablando de inconmensurabilidad teórica o semántica,

¹³ Hacking, 1992, ed. cast. 1999, pág. 241.

¹⁴ 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 éste un aspecto más de esa estabilidad de la ciencia madura.

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 ciencia¹⁵. Esta diversidad es ocasionada fundamentalmente por la producción en laboratorio de fenómenos según técnicas e instrumentos diferentes.

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.

La conclusión de los enfoques naturalistas de que la ciencia es un fenómeno natural¹⁶ es una afirmación verdadera e inocua. Lo que no es inocuo, a juicio de Van Fraassen¹⁷, es lo

¹⁵ 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.

¹⁶ Aunque, a tenor de lo expuesto, respecto al núcleo central de la actividad científica, a la vida del laboratorio, más que 'natural', parece que se le aplique el término 'artificial' mucho más apropiadamente, en tanto se constituye conforme 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». Ésta es la tesis de J. Echeverría, 1999, pág. 347.

¹⁷ Van Fraassen, 1992, pág. 19. También es relevante en este contexto Van Fraassen, 1995a.

que la conclusión insinúa: 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 porque 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, no nos parece la opción más adecuada, al menos en sus versiones más reductivas, aunque también es cierto que la Filosofía de la Ciencia 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 el momento histórico a los que pertenecen. La interpretación empírico-constructivista de la ciencia ofrece una visión de ésta, 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 nor-

mas 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 que debe 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 irrelevante¹⁸. 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.

¹⁸ Van Fraassen, 1994c, pág. 181.

2. EL ESTILO DE VAN FRAASSEN

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 artísticas¹⁹ 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 interesan a la Filosofía de la Ciencia. Pero, sobre todo, ofrece un enfoque, unas «lentes» determinadas que permiten proyectar luz sobre zonas ensombrecidas desde otros enfoques alternativos.

¹⁹ 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. Éste es el enfoque de A. C. Crombie, 1994.

Parecería que el resultado inevitable al que nos lleva esta línea de análisis es 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 inducen a admitir. Y es cierto que, llegados a este punto, ésta 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 las que comenzar el análisis y la elaboración conceptual: desde tópicos heredados o desde la actitud escéptica, empirista y crítica²⁰, que permite acometer la tarea interpretativa sin lastres. Esta 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:

²⁰ 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. Ésta es, según Van Fraassen, una ilustración perfecta de la actitud empirista, aunque Kant no se definiera como tal.

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 nosotros, la comunidad epistémica, los que decidimos 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 éstos actitudes contradictorias.

Éste 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 acti-

vidad 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.

3. 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. Lloyd²¹, quien en el marco de la Concepción Semántica de las teorías, seguidora del enfoque de Van Fraassen²², se compromete también con la crítica feminista de la

²¹ Fundamentalmente E. Lloyd, 1988 y 1996.

²² 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,

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, 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 distintos 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 los filósofos siguen llamando ciencia únicamente a lo que obedece a 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 calificadas como tal²³.

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 definen ambas prácticas como tareas esencialmente interpretativas del mundo o de la imagen cientí-

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).

²³ E. Lloyd, 1996, pág. 100.

fica 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*²⁴ 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 '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, significa 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*²⁵, 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 rehúye postulados de significado metafísico y se

²⁴ R. Giere, 1999, págs. 215 y sigs.

²⁵ *Ibíd.*, pág. 216

restringe él mismo a la epistemología: lo que podemos conocer es lo que podemos experimentar²⁶.

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 son una estrategia totalmente criticable. En línea con Feyerabend, Longino insiste en que esto lo que produce es el desaliento en la investigación de marcos alternativos, cerceando 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 Fraassen²⁷ y, aún más, el concepto de compromiso²⁸ diseñado por él como elemento clave en los procesos de aceptación

²⁶ H. Longino 1990, pág. 271. Hago uso de la traducción del cap. 10 de este libro realizada por Ángel Molla Pino en A. Ambroggi, 1999, páginas 271-291.

²⁷ 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 a unos altos estándares 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 1994b).

²⁸ Si bien Van Fraassen no habla de 'valores' (sean éstos 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.

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 quehacer²⁹ 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 conforme a los que ordenar, medir e interpretar los fenómenos y la propia tarea filosófica como interpretación de tal actividad 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 es muy cercano al 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 conocimiento³⁰.

Y continúa, más adelante, diferenciando entre la dimensión empírica, observacional y experimental y la dimensión

²⁹ H. Longino, 1990, cap. 10.

³⁰ H. Longino, 1990, trad. de Ángel Molla en Ambroggi, 1999, pág. 276.

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, etc.³¹, 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 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.

³¹ 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 estándares de revisión o tomas de decisión de los científicos. En este nuevo marco definido de crítica e intersubjetividad éstos 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, págs. 175 y sigs.), tal como sostienen gran parte de los enfoques sociológicos, sino que estas revisiones se dan en un marco donde los valores en general son valores contextuales y no tiene sentido distinguir entre éstos 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, pág. 261). Esta línea de trabajo la presenta también en trabajos tales como Pérez Sedeño, 1995 y 1999b.

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 pragmáticas³².

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, defendido 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 nuestro juicio, revela lo distintivo del Empirismo Constructivista o Contextual:

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 tener³³.

Y todo ello forma parte del conjunto de razones pragmáticas que están en 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 artículos³⁴, Helen Longino se sitúa en

³² H. Longino, 1980, trad. cast. 1999, pág. 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.

³³ *Ibíd.*, pág. 278.

³⁴ Fundamentalmente en Longino, 1993, págs. 264-279.

el contexto de la Concepción Semántica de las teorías para atender al hecho de que concebir éstas como modelos parciales y tentativos de las 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 interesados³⁵. En otras palabras, la interpretación modelo teórica nos permite evaluar las teorías en relación con nuestros objetivos tanto como en relación con el 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 objetivos³⁶.

Esta consecuencia es, a nuestro 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 social³⁷. 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.

³⁵ *Ibíd.*, pág. 275.

³⁶ *Ibíd.*, pág. 276.

³⁷ *Ibíd.*, pág. 276.

Adecuación empírica, investigación en marcha que implica el compromiso con un marco determinado pero que permite, al tiempo, la proliferación teórica, consideración de los modelos como 'guías expertos' y defensa de objetivos histórica y contextualmente relativos, puesto que nuestras interpretaciones del mundo son herederas de una cultura e historia, son todos ellos elementos para una Filosofía de la Ciencia empirista, constructivista y contextual.

Finalmente, Longino y Van Fraassen comparten algunas reflexiones sobre la importante función y protagonismo del *diálogo crítico*³⁸. En el marco de las comunidades científicas, este 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, esta práctica permite una mayor comprensión de los procesos y valores implicados en la construcción de la imagen científica del mundo.

³⁸ Ibid., pág. 277.

Bibliografía

- ACHINSTEIN, P., «The Problem of Theoretical Terms», *American Philosophical Quarterly*, 2, 1965, págs. 475-510.
- ADAMS, E. W., «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, 1959.
- AMBROGI, A. (ed.), *Filosofía de la Ciencia. El giro naturalista*, Universitat de les Illes Balears, 1999.
- ARMSTRONG, D. M., *What is a Law of Nature?*, Cambridge Studies in Philosophy, Cambridge University Press, 1983.
- ASQUITH, P. y KYBURG, H. (eds.), *Current Research in Philosophy of Science*, Proceedings of the PSA Critical Research Problems Conference, Michigan, East Lansing, 1979.
- BALZER, W. y MOULINES, C. U. (eds.), *Structuralist Theory of Science. Focal Issues, New Results*, Berlín, Walter de Gruyter, 1996.
- BALZER, W.; MOULINES, C. U. y SNEED, J., *An Architectonic for Science. The Structuralist Program*, Synthese Library, Reidel Publishing Co, 1987.
- (eds.), *Structuralist Representation of Knowledge*, Amsterdam, Rodopi, 1998.
- BAR-HILLEL, Y., «Neo-Realism vs. Neopositivism: A Neo-Pseudo Issue», *Aspects of Language*, Jerusalén, Magnes Press, 1970.
- BEATTY, J., «Optimal Design Models and the Strategy of Model Building in Evolutionary Biology», *Philosophy of Science*, 47, 1980, págs. 532-561.

- BEATTY, J. (1980), «What's Wrong with the Received View of Evolutionary Theory?», *PSA*, vol. 2, Michigan, East Lansing, 1981, págs. 397-426.
- «On Behalf of the Semantic View», *Biology and Philosophy*, 2, 1987, págs. 17-23.
- BETH, E., «Semantics of Physical Theories», *Synthese*, 12, 1960.
- BIGELOW, J. y PARGETTER, R., *Science and Necessity*, Cambridge Studies in Philosophy, Cambridge University Press, 1990.
- BOYD, R. N., «The Current Status of Scientific Realism», en Leplin, 1984, págs. 41-82.
- «Lex Orandi est Lex Credendi», en Churchland y Hooker, 1985, págs. 3-34.
- BRADIE, M. (1994), «Epistemología desde un punto de vista evolutivo», trad. cast. en A. Ambrogi (ed.), 1999, págs. 163-190.
- BROWN, J. R. (ed.), *Scientific Rationality. The Sociological Turn*, Dordrecht, Reidel, 1984.
- CAMPBELL, D., «Evolutionary Epistemology», en P. A. Schlipp (ed.), *The philosophy of Karl Popper*, La Salle, Open Court, 1974, páginas 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 L. Olivé y A. R. Pérez Ransanz (comps.), 1989, págs. 70-115.
- CARROLL, J. W., *Laws of Nature*, Cambridge, Cambridge Studies in Philosophy, Cambridge University Press, 1994.
- CARTWRIGHT, N., *How the Laws of Physics Lie*, Oxford, Oxford University Press, 1983.
- *Nature's Capacities and Their Measurement*, Oxford, Clarendon Press, 1989.
- *The Dappled World. A Study of the Boundaries of Science*, Cambridge, Cambridge University Press, 1999.
- CHURCHLAND, P. M., *Scientific Realism and the Plasticity of Mind*, Cambridge, Cambridge University Press, 1979.
- «The Ontological Status of Observables: In Praise of the Superempirical Virtues», en Churchland y Hooker (eds.), 1985, páginas 35-47.
- *A Neurocomputational Perspective: The Nature of Mind and the Structure of Science*, Cambridge, MIT Press, 1989.
- y HOOKER, C. A. (eds.), *Images of Science*, Chicago, The University of Chicago Press, 1985.

- COLODNY, R. (ed.), *Paradigms and Paradoxes: The Challenge of Quantum Domain*, Pittsburg, Univ. Pittsburg Press, 1972.
- CROMBIE, A. C., *Styles of Scientific Thinking in the European Tradition*, 3 vols., Londres, Duckworth, 1994.
- CUSHING, J.; DELANEY, G. y GUTTING, G. (eds.), *Science and Reality*, Notre Dame, University of Notre Dame Press, 1984.
- DALLA CHIARA, M. L. y TORALDO DI FRANCIA, G., «A Logical Analysis of Physical Theories», *Rivista di Nuovo Cimento*, 2, 3, 1973, págs. 1-20.
- DESCARTES, R. (1936), *Discurso del Método*, ed. cast., Madrid, Akal, 1982.
- DEVITT, M., *Realism and Truth* (2nd ed. with a new afterword, 1997), Princeton, N. J. Princeton University Press, 1984.
- DÍEZ, J. A. y MOULINES, C. U., *Fundamentos de Filosofía de la Ciencia*, Barcelona, Ariel, 1997.
- DICKSTEIN, M. (ed.), *The Revival of Pragmatism*, Durham, Carolina del Norte, Duke University Press, 1998.
- DRETSKE, F. I., «Laws of Nature», *Philosophy of Science*, 44, 1977, págs. 248-268.
- EARMAN, J. (ed.), *Testing Scientific Theories*, Minnesota Studies in the Philosophy of Science, vol. X, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1983.
- *Bayes or Bust? A Critical Examination of Bayesian Confirmation Theory*, Massachusetts, The MIT Press, 1992.
- ECHEVERRÍA, J., *Introducción a la metodología de la ciencia. La filosofía de la ciencia en el siglo XX*, Barcelona, Barcanova, 1989 (n. ed. de Cátedra, 1999).
- «El concepto de ley científica», en Moulines (ed.), 1993, páginas 57-88.
- «¿Naturalizar o artificializar la filosofía de la ciencia? Los ejemplos de la educación científica y la teleciencia», en A. Ambrogi (ed.), 1999, págs. 343-366.
- EISENHART, M. y FINKEL, E., *Women's Science. Learning and Succeeding from the Margins*, Chicago, The University of Chicago Press, 1998.
- ELLIS, B., «What Science aims to Do», en Churchland y Hooker (eds.), 1985, págs. 48-74.
- *Truth and Objectivity*, Oxford y Cambridge, Basil Blackwell, 1990.
- ELSTER, J. (1979), *Ulises y las sirenas*, ed. cast., México, FCE, 1989.

- FEIGL, H. y MAXWELL, G. (eds.), *Current issues in the Philosophy of Science*, Nueva York, Holt, Rinehart & Winston, 1961.
- FEYERABEND, P. K. (1970), *Contra el Método*, ed. cast., Barcelona, Ariel, 1974.
- «Changing Patterns of Reconstruction», *The British Journal of Philosophy of Science*, 28, 1977, págs. 351-369.
- (1962), *Límites de la Ciencia. Explicación, reducción y empirismo*, trad. cast. de *Realism, Rationalism and Scientific Method. Philosophical Papers*, I, cap. 4, Barcelona, Paidós, 1989.
- «Quantum Theory and our view of the world», en J. Hilgevoord (ed.), 1994, págs. 149-168.
- (1996), *Ambigüedad y armonía*, ed. cast., Barcelona, Paidós, 1999.
- FORGE, J. C., «Physical Explanation: With reference to the Theories of Scientific Explanation of Hempel and Salmon», en McLaughlin (ed.), 1982, págs. 211-229.
- FOX KELLER, E. y LONGINO, H. (eds.), *Feminism & Science*, Oxford Readings in Feminism, Oxford University Press, 1996.
- FRANKLIN, A., «Experiment, Theory Choice, and the Duhem-Quine Problem», en D. Batens y J. P. van Bendegem (eds.), *Theory and Experiment*, Dordrecht, Reidel, 1988, págs. 141-158.
- *Experiment, right or wrong*, Cambridge, Cambridge University Press, 1990.
- GALISON, P., *How Experiments End*, Chicago, University of Chicago Press, 1987.
- GIERE, R. N. (1979), *Understanding Scientific Reasoning*, Harcourt Brace College Publishers (4.^a ed., 1997).
- «Testing Theoretical Hypotheses», en J. Earman (ed.), 1983, págs. 269-298.
- «Towards a Unified Theory of Science», en T. Cushing, C. F. Delaney y G. Gutting (eds.), 1984, págs. 5-31.
- «Constructive Realism», en P. M. Churchland y C. A. Hooker (eds.), 1985a, págs. 75-98.
- «Philosophy of Science Naturalized», *Philosophy of Science*, 52, págs. 331-356, trad. cast. en A. Ambrogi (ed.), 1985b, páginas 103-134.
- «The Cognitive Study of Science», en N. J. Nersessian (ed.), 1987, págs. 139-159.
- *Explaining Science. A Cognitive Approach*, Chicago, University of Chicago Press, 1988.

- GIERE, R. N., «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, 1992.
- «The Cognitive Structure of Scientific Theories», *Philosophy of Science*, 61, 1994, págs. 276-296.
- *Science without Laws*, Chicago, The University of Chicago Press, 1999.
- GLYMOUR, C., *Theory and Evidence*, Princeton, NJ, Princeton University Press, 1980.
- «Explanation and Realism», en Leplin (ed.), 1984, págs. 173-192.
- *Thinking Things Through*, Massachusetts, The MIT Press, 1992.
- GÓMEZ, A., *Sobre actores y tramoyas*, Barcelona, Anthropos, 1992.
- «Racionalidad y normatividad en el conocimiento científico», *Isegoría*, núm. 12, 1995, págs. 148-159.
- GUTTING, G. (ed.), *Paradigms and Revolutions: Applications and Appraisals of T. S. Kuhn's Philosophy of Science*, Indiana, Notre Dame Press, 1980.
- «The Strong Program», en J. R. Brown (ed.), 1984.
- HACKING, I. (comp.) (1981a), *Revoluciones Científicas*, ed. cast., México, FCE, 1985.
- (1981b), «Do we see through a microscope?», en Churchland y Hooker (eds.), 1985, págs. 132-152.
- (1983), *Representar e Intervenir*, ed. cast., Barcelona, Paidós, UNAM, 1996.
- «Experimentation and Scientific Realism», en Leplin, 1984, páginas 154-172.
- (1992), «La autojustificación de las ciencias de laboratorio», ed. cast. en Ambrogi (ed.), 1999, págs. 213-250.
- HANSON, R. N. (1958), *Patrones de descubrimiento*, ed. cast., Madrid, Alianza, 1977.
- HEMPEL, C. G. (1965), *La explicación científica. Estudios sobre la filosofía de la ciencia*, ed. cast., Barcelona, Paidós, 1988.
- «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, 1970, págs. 142-163.
- «Formulation and Formalization of Scientific Theories», en F. Suppe (ed.), 1974, págs. 281-292.
- y OPPENHEIM, P., «Studies in the Logic of Explanation», *Philosophy of Science*, 15, 1948, págs. 135-175.

- HESSE, M., «Theories, Dictionaries, and Observation», *British Journal for the Philosophy of Science*, 9, 1958, págs. 12-28.
- HILGEVOORD, J. (ed.), *Physics and our view of the world*, Cambridge, Cambridge University Press, 1994.
- HOLTON, G., *The Scientific Imagination*, Harvard, Harvard University Press, 1978 (ed. con nueva introducción de 1998).
- HOOKE, C. A., «Surface Dazzle, Ghostly Depths: An Exposition and Critical Evaluation of van Fraassen's Vindication of Empiricism against Realism», en Churchland y Hooker (eds.), 1985, págs. 153-196.
- *A Realistic Theory of Science*, Nueva York, State University of New York Press, 1987.
- *Reason, Regulation, and Realism. Toward a Regulatory Systems Theory of Reason and Evolutionary Epistemology*, Nueva York, State University of New York Press, 1995.
- HORWICH, P., «Three Forms of Realism», *Synthese*, 51, 1982, páginas 181-201.
- HUME, D. (1748), *Investigación sobre el conocimiento humano*, ed. cast., Madrid, Alianza, 1980.
- JAMES, W. (1907), *Lecciones de pragmatismo*, ed. cast., Madrid, Santillana, 1997.
- (1912), *Essays in Radical Empiricism* (ed.), Nebraska, University of Nebraska Press, 1996.
- JEFFREY, R. C., *The Logic of Decision*, Chicago, University of Chicago Press, 1983.
- KLEE, R. (ed.), *Scientific Inquiry. Readings in the Philosophy of Science*, Oxford, Oxford University Press, 1999.
- KUHN, T. S. (1961), «La función del dogma en la investigación científica», ed. cast. en *Cuadernos Teorema*, núm. 37, Valencia, 1979.
- (1962), *La estructura de las revoluciones científicas*, ed. cast., México, FCE, 1971.
- (1970), «Posdata 1969» (2.ª ed. de *La estructura de las revoluciones científicas*), ed. cast., 1971, págs. 268-319.
- *La tensión esencial*, México, Fondo de Cultura Económica, 1982.
- (1987), *What are Scientific Revolutions?*, Massachusetts, Massachusetts Institute of Technology, ed. cast., ¿Qué son las revoluciones científicas? Y otros ensayos, Barcelona, Paidós, 1989.
- LAKATOS, I (1978), *La metodología de los programas de investigación científica*, ed. cast., Madrid, Alianza Universidad, 1989.

- LATOUR, B. (1987), *Ciencia en acción*, ed. cast., Barcelona, Labor, 1992.
- y WOOLGAR, S. (1979), *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*, ed. cast., Madrid, Alianza, 1995.
- LAUDAN, L. (1977), *El progreso y sus problemas*, ed. cast., Madrid, Encuentro, 1986.
- (1981a), «A Confutation of Convergent Realism», en Leplin (ed.), 1984, págs. 218-249.
- *Science and Hypothesis*, Dordrecht, Reidel, 1981b.
- *Science and Values*, Berkeley, Univer. California Press, 1984a.
- «Explaining the Success of Science: Beyond Epistemic Realism and Relativism», en Cushing, Delaney y Gutting (eds.), 1984b, págs. 83-105.
- *Beyond Positivism and Relativism*, Oxford, Westview Press., 1996.
- LEPLIN, J. (ed.), *Scientific Realism*, California, University of California Press, 1984.
- (ed.), *The Creation of Ideas in Physics. Studies for a Methodology of Theory Construction*, Dordrecht, Kluwer Academic Publisher, 1995.
- LEWIS, D., *Counterfactuals*, Cambridge, Harvard University Press, 1973.
- *Philosophical Papers*, vol. I, Oxford, Oxford University Press, 1983.
- *Philosophical Papers*, vol. II, Oxford, Oxford University Press, 1986a.
- *On the Plurality of Worlds*, Nueva York, Blackwell, 1986b.
- LONGINO, H. E., *Science as Social Knowledge*, Princeton, Princeton University Press, 1990.
- (1993), «Subjects, Power, and Knowledge: Description and Prescription in Feminist Philosophies of Science», en E. Fox Keller y H. Longino (eds.), 1996, págs. 264-279.
- «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*, Dordrecht, Kluwer Academic Publisher, 1996, págs. 39-58.
- LLOYD, E. A., *The Structure and Confirmation of Evolutionary Theory*, Princeton, Princeton University Press, 1988.
- «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, 1996, págs. 91-102.

- MARTÍNEZ, C., *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, 2000.
- 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, págs. 116-144.
- McKINSEY, J.; SUGAR, A. y SUPPES, P., «Axiomatic Foundations of Classical Particle Mechanics», *Journal of Rational Mechanics and Analysis*, 2, 1953, págs. 253-272.
- McLAUGHLIN, R. (ed.), *What? Where? When? Why? Essays on Induction, Space and Time, Explanation*, Dordrecht, Reidel Publishing Co., 1982.
- McMULLIN, E., «The Rational and the Social in the History of Science», en J. R. Brown (ed.), 1984.
- MOULINES, C. U., *Exploraciones metacientíficas. Estructura, desarrollo y contenido de la ciencia*, Madrid, Alianza Editorial, 1982.
- *Pluralidad y recursión. Estudios epistemológicos*, Madrid, Alianza Editorial, 1991a.
- «Pragmatics in the Structuralist View of Science», en G. Schurz y G. Dorn (eds.), 1991b, págs. 313-326.
- (ed.), *La ciencia: estructura y desarrollo*, Madrid, Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía, Ed. Trotta, 1993.
- «Conceptos teóricos y teorías científicas», en C. U. Moulines (ed.), 1993, págs. 147-162.
- «La filosofía de la ciencia como disciplina hermenéutica», *Isegoría*, núm. 12, 1995, págs. 110-118.
- «Las ideas básicas del estructuralismo metacientífico», *Revista de Filosofía*, 3.^a época, vol. IX, núm. 16, Madrid, Universidad Complutense de Madrid, 1996, págs. 93-104.
- NAGEL, E., *The Structure of Science*, Nueva York, Harcourt, 1961.
- NERSESSIAN, N. (ed.), *The Process of Science*, Dordrecht, M. Nijhoff, 1987.
- NEWTON-SMITH, W. H. (1981), *La Racionalidad de la ciencia*, ed. cast., Barcelona, Paidós, 1987.
- NICKLESS, T., «Twixt Method and Madness», en Nersessian (ed.), 1987, págs. 41-68.

- NIINILUOTO, I. y TUOMELA, R. (ed.), *The Logic and Epistemology of Scientific Change*, Acta Philosophica Fennica, vol. XXX, North Holland Publishing Co., 1978.
- OLBY, R. (1974), *El camino hacia la doble hélice*, ed. cast., Madrid, Alianza, 1991.
- OLIVÉ, L. y PÉREZ RANSANZ, A. R. (comps.), *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*, Siglo XXI Editores y Universidad Autónoma de México, 1989.
- PÉREZ SEDENO, E., «Filosofía de la ciencia y feminismo: intersección y convergencia», *Isegoría*, núm. 12, 1995, págs. 160-171.
- «De la necesidad, virtud», en A. Ambrogi (ed.), 1999a, páginas 253-270.
- «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, 1999b.
- POPPER, K. (1934), *La Lógica de la investigación científica*, ed. cast., Madrid, Tecnos, 1962.
- «Evolutionary Epistemology», en J. W. Pollard (ed.), *Evolutionary Theory: Paths into the Future*, Londres, Wiley y Sons, 1984.
- PRZELESKI, M., *The Logic of Empirical Theories*, Londres, Routledge, 1969.
- PUTNAM, H., «What Theories Are Not», en Nagel, Suppes y Tarski (eds.), *Logic, Methodology, and the Philosophy of Science: Proceedings of the 1960 International Congress*, California, Stanford University Press, 1962, págs. 240-251.
- *Mathematics, Matter and Method. Philosophical Papers*, vol. I, Cambridge, Cambridge University Press, 1975.
- «What is Realism?», en Leplin (ed.), 1984, págs. 140-153.
- QUINE, W. V. O. (1969), *La relatividad ontológica y otros ensayos*, ed. cast., Madrid, Tecnos, 1974.
- RADNITZKY, G. y BARTLEY, W. (eds.), *Evolutionary Epistemology, Rationality, and the Sociology of Knowledge*, La Salle, Open Court, 1987.
- SALMON, W., *Statistical Explanation and Statistical Relevance*, Pittsburgh, University of Pittsburgh Press, 1971.
- *Scientific Explanation and the Causal Structure of the World*, Princeton, N.J., Princeton University Press, 1984.
- SALMON, W., *Four Decades of Scientific Explanation*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1990.

- SALMON, W., *Causality and Explanation*, Nueva York, Oxford University Press, 1998.
- SÁNCHEZ, J., *Análisis y estructura de paradigmas*, tesis doctoral, Tenerife, Universidad de La Laguna, 1985.
- «La concepción semántica de las teorías científicas», *Revista Canaria de Filosofía y Ciencia Social*, núm. 2, Secretariado de Publicaciones, Tenerife, Universidad de La Laguna, 1988, págs. 157-176.
- «La sociología y la naturaleza social de la ciencia», *Isegoría*, núm. 12, CSIC, 1995, págs. 197-211.
- SAYRE, A. (1975), *Rosalind Franklin y el ADN*, ed. cast., Madrid, Horas y Horas, 1997.
- SELLARS, W. (1963), *Ciencia, Percepción y Realidad*, ed. cast., Madrid, Tecnos, 1971.
- SHAPER, D., «The Concept of Observation in Science and Philosophy», *Philosophy of Science*, 49, 1982, págs. 485-525.
- *Reason and the Search for Knowledge*, Dordrecht, Reidel, 1984.
- SHAPIN, S., «History of Science and its Sociological Reconstructions», *History of Science*, vol. 20, 1982, págs. 157-211.
- SKYRMS, B., *Choice and Chance*, California, Wodsworth, 1986.
- SNEED, J. D., *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Dordrecht, Reidel, 1971.
- «Problemas filosóficos en la ciencia empírica de la ciencia: una aproximación formal», *Teorema*, vol. VII/3-4, 1977, págs. 315-322.
- STEGMÜLLER, W. (1970), *Teoría y Experiencia*, ed. cast., Barcelona, Ariel, 1979.
- (1973), *Estructura y dinámica de Teorías*, ed. cast., Barcelona, Ariel, 1983.
- «Dinámica de Teorías y comprensión lógica», *Teorema*, vol. IV/4, 1974, págs. 513-553.
- «The Structuralist View: Survey, Recent Developments, and Answer to Some Criticisms», en I. Niiniluoto y R. Tuomela (eds.), 1979a, págs. 113-129.
- (1979b), *La concepción estructuralista de las teorías. Un posible análogo para la ciencia física del programa de Bourbaki*, ed. cast., Madrid, Alianza Editorial, 1981.
- (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 y cols., *Estructura y desarrollo de la Ciencia*, ed. cast., Madrid, Alianza Editorial, 1982, págs. 233-264.

- SUPPE, F., «Theories, their Formulations, and the Operational Imperative», *Synthese*, 25, 1973, págs. 129-164.
- (ed) (1974), *La estructura de las teorías científicas*, ed. cast., Madrid, Ed. Nacional, 1979.
- «Theoretical Laws», en Przelewski y cols. (eds.), *Formal Methods of the Methodology of Science*, Wroclaw, Ossoleum, 1976, páginas 247-267.
- (1974), «Afterword», en Suppe, 2.^a ed. inglesa, 1997, págs. 617-730.
- «Theory Structure», en Asquith y Kyburg (eds.), 1979, páginas 317-338.
- *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, Illinois, University of Illinois Press, 1989.
- SUPPES, P., «A Comparison of the Meaning and Uses of Models in Mathematics and the Empirical Sciences», *Synthese*, 12, 1960, págs. 287-301.
- «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*, 1962, págs. 252-261.
- «What is a Scientific Theory», en S. Morgenbesser (ed.), *Philosophy of Science Today*, Nueva York, Basic Books, 1967.
- *Set-Theoretical Structures in Science*, Stanford, Stanford University, 1970.
- «The Structure of Theories and the Analysis of Data», en F. Suppe (ed.), 1974, págs. 266-283.
- *Probabilistic Metaphysic*, Oxford, Blackwell, 1984.
- *Models and Methods in the Philosophy of Science: Selected Essays*, Dordrecht, Kluwer, 1993.
- SWARTZ, N., *The Concept of Physical Law*, Cambridge, Cambridge University Press, 1985.
- THOMPSON, P., «The Structure of Evolutionary Theory: A Semantic Perspective», *Studies in History and Philosophy of Science*, 14, 1983, págs. 215-229.
- «The interaction of Theories and the Semantic Conception of Evolutionary Theory», *Philosophica*, 37, 1986, págs. 73-86.
- *The Structure of Biological Theories*, Nueva York, University of New York Press, 1988.
- TOULMIN, S. (1972), *El conocimiento humano*, ed. cast., Madrid, Alianza, 1977.

- VAN FRAASSEN, B. C. (1970a), *Introducción a la Filosofía del Tiempo y del Espacio*, Barcelona, Labor, 1978.
- «On the Extension of Beth's Semantics of Physical Theories», *Philosophy of Science*, vol. 37, núm. 3, 1970b, págs. 325-339.
 - «A Formal Approach to the Philosophy of Science», en R. Colodny (ed.), *Paradigms and Paradoxes: The Philosophical Challenge of the Quantum Domain*, Pittsburgh, 1972, págs. 303-366.
 - «Theoretical Entities: The Five Ways», *Philosophia, Philosophical Quarterly of Israel*, vol. 4, núm. 1, 1974a, págs. 95-109.
 - «The Formal Representation of Physical Quantities», *Boston Studies of Philosophy of Science*, 13, 1974b, págs. 196-209.
 - «Wilfrid Sellars on Scientific Realism», *Dialogue*, 14, 1975a, págs. 606-616.
 - «Theories and Counterfactuals», en H. N. Castaneda (ed.), *Action, Knowledge and Reality*, Bobbs-Merrill Co., 1975b, páginas 237-263.
 - «To Save the Phenomena», *The Journal of Philosophy*, vol. LXXIII, núm. 18, 1976, págs. 623-632.
 - «The Only Necessity is Verbal Necessity», *The Journal of Philosophy*, vol. LXXIV, núm. 2, 1977a, págs. 71-85.
 - «The Pragmatics of Explanation», *American Philosophical Quarterly*, vol. 14, núm. 2, 1977b, págs. 143-150.
 - «Essence and Existence», en N. Rescher (ed.), *Studies in Ontology*, Oxford, Blackwell, 1978, págs. 1-25.
 - «Hidden Variables and the Modal Interpretation of Quantum Theory», *Synthese*, 42, 1979a, págs. 155-165.
 - «Modality», en P. D. Asquith y H. E. Kyburg (eds.), 1979b, págs. 282-290.
 - *The Scientific Image*, Oxford, Clarendon Paperbacks, 1980a.
 - «Rational Belief and Probability Kinematics», *Philosophy of Science*, 47, 1980b, págs. 165-187.
 - «Theory Construction and Experiment: An Empiricist View», en P. D. Asquith y R. Giere (eds.), *PSA. Proceedings of the 1980 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, vol. 2, 1981a, págs. 663-678.
 - «Essences and laws of nature», en R. Healey (ed.), *Reduction, time and reality. Studies in the philosophy of the natural sciences*, Cambridge, Cambridge Univ. Press, 1981b, págs. 189-200.
 - «The Charybdis of Realism: Epistemological Implications of Bell's Inequality», *Synthese*, 52, 1982a, págs. 25-38.

- VAN FRAASSEN, B. C., «Epistemic Semantics Defended», *Journal of Philosophical Logic*, 11, 1982b, págs. 463-464.
- «Rational Belief and the Common Cause Principle», en R. McLaughlin (ed.), 1982c, págs. 193-210.
 - (1983a), «Aim and Structure of Scientific Theories», *International Congress of Logic, Methodology, and Philosophy of Science VII*, en R. B. Marcus, G. Dorn y P. Weingartner (eds.), Salzburgo, North-Holland Pub. Co., 1986.
 - «Theory Confirmation: Tension and Conflict», en Weingartner y Czermak (eds.), *Epistemology and Philosophy of Science. Proceedings of the Seventh International Wittgenstein Symposium*, Viena, Hölder-Pichler-Tempsky, 1983b, págs. 319-329.
 - «Theory Comparison and Relevant Evidence», en J. Earman (ed.), 1983c, págs. 27-42.
 - «Glymour on Evidence and Explanation», en J. Earman (ed.), 1983d, págs. 165-176.
 - «Belief and the Will», *The Journal of Philosophy*, vol. LXXXI, núm. 5, 1984a, págs. 235-256.
 - «The Problem of Indistinguishable Particles», en J. Cushing, C. F. Delaney y G. M. Gutting (eds.), 1984c, págs. 153-172.
 - «Empiricism in the Philosophy of Science», en P. M. Churchland y C. A. Hooker (eds.), 1985a, págs. 245-308.
 - «On the Question of Identification of a Scientific Theory (A Reply to "Van Fraassen's Concept of Empirical Theory" by Pérez Ransanz)», *Critica, Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 1985b, vol. 17, págs. 21-29.
 - «The Semantic Approach to Scientific Theories», en N. J. Nersessian (ed.), 1987, págs. 105-124.
 - «Symmetry Arguments in Science and Metaphysics», en W. Deppert (ed.), *Exact Sciences and Their Philosophical Foundations*, Fráncfort, Verlag Peter Lang, 1988a, págs. 385-409.
 - «The Problem of Old Evidence», en D. F. Austin (ed.), *Philosophical Analysis*, Dordrecht, Reidel, 1988b, págs. 153-165.
 - *Laws and Symmetry*, Oxford, Clarendon Paperbacks, 1989a.
 - «Probability in Physics and Effective Strategies», en P. Weingartner y G. Schurz (eds.), *Philosophy of the Natural Sciences*, Viena, 1989b, págs. 339-347.
 - *Quantum Mechanics: An Empiricist View*, Oxford, Clarendon Press, 1991.

- VAN FRAASSEN, B. C. (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.
- «The World of Empiricism», en Jan Hilgevoord (ed.), 1994a, págs. 114-134.
- «Interpretation of Science; Science as Interpretation», en Jan Hilgevoord (ed.), 1994b, págs. 169-187.
- «Gideon Rosen on Constructive Empiricism», *Philosophical Studies*, 74, 1994c, págs. 179-192.
- «Against Transcendental Empiricism», en T. J. Stapleton (ed.), *The Question of Hermeneutics*, 1994d, págs. 309-335.
- «Science, Probability, and the Proposition», *PSA*, vol. 2, 1994e, págs. 339-348.
- «Against Naturalized Epistemology», en Leonardi y Santambrogio (eds.), *On Quine*, Cambridge, 1995a, págs. 68-88.
- «Fine-Grained Opinion, Probability, and the Logic of Full Belief», *Journal of Philosophical Logic*, 24, 1995b, págs. 349-377.
- «“World” Is Not a Count Noun», *Noûs*, 29, 2, 1995c, páginas 139-157.
- «Belief and the Problem of Ulysses and the Sirens», *Philosophical Studies*, 77, 1995d, págs. 7-37.
- «Science, Materialism, and False Consciousness», en J. Kvanvig (ed.), *Warrant in Contemporary Epistemology: Essays in Honor of Alvin Plantinga's Theory of Knowledge*, Littlefield, Rowman, 1996, págs. 149-181.
- «Structure and Perspective: Philosophical Perplexity and Paradox», en M. L. Dalla Chiara y cols. (eds.), *Logic and Scientific Methods*, 1997, págs. 511-530.
- «The Agnostic subtly Probabilified», *Analysis*, 58, 3, 1998, páginas 212-220.
- «Conditionalization, A New Argument For», *Topoi*, 18, 1999, págs. 93-96.
- «How is Scientific Revolution/Conversion Possible?», *Insight and Inference*, Proceedings of the American Catholic Philosophical Association, *American Catholic Philosophical Quarterly*, vol. 37, 2000, págs. 63-80.
- *The Empirical Stance*, Londres, Yale University Press, 2002.
- y HUGHES, R. I. G., «Symmetry Arguments in Probability Kinematics», *PSA*, vol. 2, P. Kitcher y P. Asquith (eds.), 1984b, págs. 851-869.

- VAN FRAASSEN, B. C. y SIGMAN, J., «Interpretation in Science and in the Arts», en G. Levine (ed.), *Realism and Representation*, Madison, Univ. of Wisconsin Press, 1993, págs. 73-99.
- WATSON, J. (1968), *La doble hélice*, ed. cast., Barcelona, Salvat, 1989.
- WEYL, H. (1951), *Simetría*, ed. cast., Madrid, McGraw-Hill, 1991.
- WOJCICKI, R., «Set Theoretic Representations of Empirical Phenomena», *Journal of philosophical Logic*, 3, 1974, págs. 337-343.

El Empirismo Constructivista de Van Fraassen, presentado en este texto, nos permite transitar por el núcleo fundamental de los debates actuales acerca de la ciencia: la actividad científica como proceso constructivo, 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 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. Es este un nuevo empirismo que, alejado de los ropajes formales que le vistieron hace ya más de medio siglo, puede definirse como crítico, constructivista y contextual. Y se presenta no sólo como el conjunto de unas tesis más plausibles o comprensivas de la actividad científica, como una visión de la ciencia más adecuada sino como una nueva forma de enfocar y definir la tarea de la Filosofía de la Ciencia. Una disciplina comprometida con la tarea de la interpretación de la complejidad, sofisticación y contextualidad de la construcción, evaluación y defensa de la imagen científica del mundo.

Inmaculada Perdomo y Jesús Sánchez son profesores de Lógica y Filosofía de la Ciencia del Departamento de Historia y Filosofía de la Ciencia de la Universidad de La Laguna. Han publicado independientemente artículos en revistas y textos colectivos y actualmente trabajan sobre el papel de los valores en la ciencia y la solución propuesta por Galileo al problema de la determinación de la longitud.

ISBN 84 - 9742 - 118 - 3



9 788497 421188

De la colección **PPPLSSPG**
en <http://padron.unletras.com>



BIBLIOTECA

HACIA UN NUEVO EMPIRISMO

PERDOMO & SÁNCHEZ

6/05/2010

9788497421188

FILOSOFÍA

Bar

185.00

Es

185.000.00

IJKLMNOPQ **RAZÓN Y SOCIEDAD** TUVWXYZA