

MÉTODO, EVOLUCIÓN Y PROGRESO EN LA CIENCIA (1a. Parte)*

SERGIO MARTÍNEZ
Instituto de Investigaciones Filosóficas
UNAM

1. *Introducción*

Hay varias nociones de progreso en la historia de las ideas y en el lenguaje ordinario. Hablamos de progreso social, cultural, moral, económico o tecnológico, además de progreso científico. Este trabajo se dedica exclusivamente a examinar el concepto de progreso científico o cognoscitivo. La noción de progreso cognoscitivo está relacionada con otras nociones de progreso, pero aquí dejamos de lado toda discusión acerca de otras nociones de progreso en tanto que no están relacionadas directamente con el tema de este trabajo. En general, decimos que una actividad o proceso es progresivo cuando implica la realización gradual de ciertos fines. Los diferentes conceptos de progreso se deben distinguir de nociones de cambio direccional (y de otras ideas afines). Un cambio direccional no tienen por qué ser progresivo. El paso de menor a mayor desorden en procesos termodinámicos no se considera progresivo, si bien es

* Este trabajo es parte de una investigación apoyada por la DGAPA (UNAM) por medio de los proyectos IN600289 y IN600192. Agradezco a Ana Rosa Pérez Ransanz sus comentarios a una versión anterior de este trabajo. La segunda parte de este artículo aparecerá en el siguiente número de *Crítica*.

un cambio direccional. El concepto de progreso requiere la introducción de juicios de valor acerca del algún parámetro temporal. En el caso del progreso cognoscitivo, este parámetro temporal debe ser interpretable como aumento de conocimiento o como una mejora en la objetividad de la descripción científica.¹

La caracterización del progreso científico o cognoscitivo está en el centro de una serie de discusiones en la filosofía contemporánea de la ciencia. Es un tema a tratar por cualquier teoría del cambio conceptual y es un punto en el centro de la discusión contemporánea acerca del relativismo. Pero fuera de algunos comentarios que no se elaboran con su debido detalle con respecto al problema del cambio conceptual en la ciencia, las implicaciones de nuestro planteamiento para estos otros problemas no podrán ser abordadas aquí (trato otros aspectos del problema del cambio conceptual desde la perspectiva que adopto aquí en Martínez, 1992a y Martínez, 1992b).

En este trabajo parto de un examen crítico de una serie de presuposiciones historiográficas comunes acerca de la relación entre las nociones de racionalidad, método y progreso. Quiero hacer ver que una vez que estas presuposi-

¹ Para explicar la noción de progreso muchas propuestas tratan de encontrar un parámetro cuantitativo (como energía o cantidad de información, en el caso de progreso tecnológico o biológico; o como cantidad de "tests" independientes que una teoría es capaz de pasar, en el caso de progreso cognoscitivo) que se incrementa con el tiempo. El problema con esas propuestas es, en el fondo, el problema que encuentra la propuesta que caracteriza el progreso científico en términos de contenido empírico (véase la sección 1). A lo más que estas propuestas pueden aspirar es a sugerir un parámetro que puede servir como un índice de progreso, pero que no puede servir como caracterización del tipo de cambio que asociamos con la idea de progreso en la ciencia.

Véase Laudan, 1990 (sobre todo el capítulo 1) para una presentación concisa y clara del papel que desempeña el tema del progreso en relación con otros temas relevantes en la filosofía contemporánea de la ciencia.

ciones son cuestionadas, es posible formular una noción de progreso cognoscitivo que nos permite entender de mejor manera la relación que existe entre el problema filosófico de caracterizar la racionalidad y el método en la ciencia con la discusión acerca del concepto de progreso.

El problema de formular un concepto de progreso científico depende de nuestra manera de concebir el conocimiento científico. Hasta mediados del siglo XVIII, la concepción predominante era que el método científico se caracterizaba por ser un método de investigación que infaliblemente nos llevaba a la verdad. Dentro de esta concepción de la ciencia, la idea de progreso es clara. El progreso consiste en *la acumulación de verdades*.

A partir del siglo XVII, sin embargo, una concepción diferente de la ciencia empieza a tomar forma. Según esta concepción, las teorías no nos proporcionan conocimiento (necesariamente) verdadero, sino sólo nos aproximan a la verdad. Uno de los precursores de esta concepción de la ciencia es Mersenne, para quien la idea del método científico como método que se autocorriges —*i.e.* como método que nos va dando resultados cada vez más cercanos a la verdad— surge en el contexto filosófico del “escepticismo mitigado” o “escepticismo constructivo” (véase Popkin, 1979). Gassendi, Boyle y Bernoulli, siguiendo en gran medida la inspiración de Mersenne, sientan las bases de una nueva concepción de la racionalidad a partir de una búsqueda por sistematizar los procedimientos apropiados para tomar decisiones en la vida cotidiana. Una hipótesis científica no tiene por qué ser demostrable con certeza, o ser formulable con rigor matemático; es suficiente que sea una guía confiable para tomar decisiones en la vida diaria.

En este espacio abierto por el escepticismo constructivo se levanta una nueva concepción del método científico que

encuentra uno de sus primeros voceros en Fontenelle.² Según Fontenelle, la verdad sólo puede alcanzarse eliminando los caminos erróneos, y asume que el método científico es tal que tarde o temprano *nos llevará a descubrir el error y nos acercará a la verdad*. Y esto es así porque la actividad científica es el ejercicio del razonamiento correcto.³ Así expresa Fontenelle uno de los presupuestos más constantes en los intentos de caracterizar el método científico hasta el presente: la presuposición de que *el método de la ciencia es autocorregible*. Hartley, Whewell, Herschel y LeSage son algunos de los filósofos de los siglos XVIII y XIX que continuaron esta tradición de filosofar sobre el método científico, sin detenerse a cuestionar la presuposición de que el método de la ciencia es autocorregible.

En el siglo XX Karl Popper es el más conocido representante de esta tradición. Popper considera que la autocorregibilidad del método científico es algo inmanente a la ciencia misma. Para él, el crecimiento del conocimiento científico es un hecho y entender este crecimiento es para Popper el problema central de la epistemología. Popper asume no sólo que la ciencia crece, asume también que la ciencia es una actividad racional, en el sentido de racional que él considera que es el único aceptable.

Durante la primera mitad del siglo XX, la gran mayoría de los filósofos de la ciencia compartían una serie de presupuestos heredados de esta tradición. Rudolph Carnap, por ejemplo, quien protagonizó con Popper uno de los debates

² En *Entretiens sur la pluralité des Mondes* (1686), traducción castellana, Fontenelle, 1982.

³ El método científico no es aplicable a la poesía y la oratoria —nos dice Fontenelle— porque éstas no dependen de un razonamiento correcto, sino dependen principalmente de la vivacidad de la imaginación y “la vivacidad de la imaginación no requiere una amplia gama de experimentos o una gran cantidad de reglas para alcanzar la perfección de la que es capaz”.

más conocidos de la filosofía de la ciencia en el siglo XX, estaba de acuerdo con Popper en que el progreso de la ciencia debe entenderse a partir de un esclarecimiento filosófico del método científico. Carnap difería de Popper en pensar que el método de la ciencia era el método inductivo (y no el método de conjeturas y refutaciones), pero el presupuesto central de la tradición que estamos destacando está allí. El problema filosófico de entender en qué consiste la racionalidad y el progreso científico se reduce al problema de entender en qué consiste *el* método científico.

2. *El cuestionamiento de la tradición*

A partir de la publicación de *La estructura de las revoluciones científicas* de Thomas Kuhn en 1962, la presuposición de que el método de la ciencia es autocorregible, y de que el progreso se sigue de una mera adherencia al método científico, se ha convertido en un escándalo filosófico. El reto historiográfico de Kuhn orilló a muchos filósofos a la conclusión de que el progreso científico sólo puede entenderse como relativo a una tradición científica caracterizada por valores y presupuestos metodológicos y metafísicos propios de la tradición (a lo que Kuhn llama “paradigmas”) que no permiten una simple comparación de teorías diferentes en términos de contenido empírico de teorías.⁴ *Kuhn sugiere que la creencia en la autocorregibilidad de la ciencia no es sostenible, y que no hay ninguna*

⁴ Hay muchas maneras de entender el contenido empírico de teorías, por ejemplo se puede tratar de formular en términos de los enunciados que una teoría permite explicar y/o predecir (o los enunciados que una teoría *de hecho* explica y/o predice). Una alternativa es tratar de formular el contenido empírico de una teoría en términos de los enunciados falsables que la teoría implica. El capítulo 1 de Laudan, 1990 es un buen resumen de las formulaciones más importantes de la noción de contenido empírico y de los problemas que tienen que confrontar.

garantía de que la ciencia nos aproxime a la verdad o que podamos asociar con la ciencia algún sentido objetivo de progreso. Muchas interpretaciones, variantes y críticas de las ideas de Kuhn siguen este camino.

Esta interpretación fuerte de la noción de relativización con respecto a paradigmas (de la que Kuhn mismo se ha tratado de distanciar) es deficiente porque deja de lado un aspecto muy importante de la estructura de la ciencia: la presencia de una diversidad de tradiciones (presentes en cualquier momento en la historia de la ciencia) que gozan de cierta autonomía entre sí (lo que genera comunicación y desacuerdos parciales).⁵ A partir de Lakatos, muchos filósofos de la ciencia han tratado de incorporar aspectos históricos y pragmáticos de estas tradiciones en modelos de cambio científico relevantes para entender la estructura de la ciencia y la manera en la que sus conceptos cambian.⁶

Lakatos y Kuhn comparten con Popper y Carnap varios presupuestos acerca de lo que es la ciencia. Un presupuesto compartido es la idea de que el problema del progreso en la ciencia se reduce, en última instancia, a la posibilidad de una comparación del “contenido empírico” de las diferentes teorías o hipótesis. Kuhn implícitamente parte de este presupuesto para sugerir que el concepto de progreso se asocia intuitivamente a toda actividad en la que existe un consenso respecto a los problemas a resolver y a lo que constituye una solución (véase el capítulo XIII de Kuhn,

⁵ En Kuhn, 1991, se sugiere que esta autonomía de las diferentes tradiciones es precisamente un producto de la “incomensurabilidad” de las diferentes tradiciones. La idea de incommensurabilidad la formula Kuhn ahora en términos de la utilización de diferentes taxonomías semánticas.

⁶ Muchas propuestas en esta dirección se han empantanado por tratar de rescatar una noción de “aproximación a la verdad” como punto de partida para esclarecer la noción de progreso cognoscitivo. Como veremos, es posible resolver el segundo problema sin tratar de resolver el primero.

1970). Con este presupuesto en mente es fácil seguir la distinción que hace Kuhn entre dos nociones de progreso. Por un lado, Kuhn considera que en la “ciencia normal” sigue siendo válida la noción tradicional de progreso basada en la medida de contenido empírico de teorías. Por otro lado, la atribución de progreso global al nuevo y exitoso paradigma, después de una revolución, se debe a que la historia de la ciencia se reescribe para adecuarse a la visión del mundo propugnada por el paradigma triunfante; pero no hay manera de comparar el contenido empírico de teorías desarrolladas en paradigmas diferentes. En Kuhn, la distinción entre “ciencia normal” y “ciencia extraordinaria” es la distinción entre el tipo de ciencia en el que la noción tradicional de progreso sigue siendo válida y el tipo de ciencia en el que no.⁷

⁷ Kuhn sugiere en el capítulo XIII de 1970 la posibilidad de que pueda formularse una noción de progreso cognoscitivo no basada en una medida comparativa del contenido empírico de teorías. Kuhn dice lo siguiente:

We are all deeply accustomed to seeing science as the one enterprise that draws constantly nearer to some goal set by nature in advance.

But need there be any such goal? Can we not account for both science's existence and its success in terms of evolution from the community's state of knowledge at any given time? Does it really help to imagine that there is some one full, objective, true account of nature and that the proper measure of scientific achievement is the extent to which it brings us closer to that ultimate goal? If we can learn to substitute evolution-from-what-we-do-know for evolution-toward-what-we-wish-to-know, a number of vexing problems may vanish in the process. Somewhere in this maze, for example, must lie the problem of induction (p. 171).

Estoy totalmente de acuerdo con esta sugerencia de Kuhn. Este trabajo puede verse como una manera de poner en práctica una sugerencia de este tipo entre los conceptos de progreso y evolución. Kuhn, sin embargo, no elabora esta sugerencia, y no retoma esta analogía con la evolución sino hasta muy recientemente. Mi manera de tratar de

En Lakatos es todavía más explícita la manera como el presupuesto en cuestión forma parte de su modelo historiográfico. Es una medida del contenido empírico de teorías la que permite determinar si un programa de investigación progresa o no. Lakatos trata de hacer ver que la noción tradicional de progreso es válida en toda la ciencia, si no tratamos de comparar simplemente una teoría con otra sino que evaluamos y comparamos series de teorías que se agrupan en lo que Lakatos llama un programa de investigación. El problema entonces es que el criterio de contenido empírico como punto de partida para la comparación se vuelve demasiado dependiente de la reconstrucción histórica que hagamos. Cómo recortamos una tradición en una reconstrucción histórica dada, y por lo tanto, cómo terminamos evaluándola, puede ser muy diferente de cómo la recortamos en otra reconstrucción. Lakatos tendría que ofrecer algún criterio para guiarnos a la reconstrucción correcta, pero esto parece no ser posible sin entrar en un círculo vicioso.

Laudan en 1977 intenta aclarar la noción de progreso científico sin recurrir al presupuesto de que entender el progreso presupone alguna medida del contenido empírico de una teoría. Laudan parte del supuesto de que el fracaso de los intentos tradicionales por entender el sentido en el que la ciencia progresa se debe a que tradicionalmente se hace del progreso un parásito de la racionalidad. Laudan opina que la noción de racionalidad sobre la que supuestamente se elucidaría la noción de progreso es todavía más

explotar la analogía, sin embargo, es muy diferente a la del Kuhn de los noventa. Kuhn en 1991 piensa que es posible reducir el problema de la inconmensurabilidad a la no traducibilidad de taxonomías léxicas diferentes, e implícitamente asume que la autonomía de las diferentes tradiciones puede formularse en términos lingüísticos. Además, Kuhn sigue viendo el problema del cambio científico esencialmente como un problema del cambio de teorías. Como se verá, éstas son ideas que no comparto.

oscura que la noción misma de progreso. En vez de tratar de basar la noción de progreso en la noción de racionalidad deberíamos tratar, según Laudan, de invertir esta relación tradicional de dependencia y aclarar en primer lugar la noción de progreso. Laudan cree que el progreso, y por ende la racionalidad en la ciencia, puede caracterizarse en términos de la capacidad de *las teorías* para resolver problemas. Comparto con una serie de críticos la duda de que exista una noción suficientemente clara de la supuesta habilidad para resolver problemas, y con mayor razón una medida que nos sirva de base para elucidar la noción de progreso y racionalidad. Sin embargo, para el objetivo de este trabajo más que otra crítica a Laudan en esa dirección, lo que importa es que para Laudan (como para Kuhn y Lakatos) las teorías ya no son las unidades apropiadas de análisis historiográfico, pero *siguen siendo el objetivo de la ciencia*.

La suposición de que la habilidad para la resolución de problemas en la ciencia debe expresarse en términos de la evaluación de teorías (con respecto a su capacidad de resolver problemas) desvirtúa el impulso inicial del trabajo de Laudan. Presume que la racionalidad acepta una caracterización única y que tal caracterización no puede sino provenir de nuestro análisis de la historia de la ciencia como un proceso de sucesión de teorías (y tradiciones constituidas por teorías).

Laudan, además, comete el error de pensar que el abandono de la creencia en una medida del contenido empírico de una teoría lleva consigo la posibilidad de fundamentar racionalmente la noción de progreso. Laudan está en lo cierto cuando afirma que la noción de racionalidad tradicional sobre la que se pretende fundamentar la noción de progreso (y la caracterización del método científico en general) no tiene una base firme. Pero en las últimas dos décadas, las ciencias empíricas han llegado a la caracterización de una

serie de aspectos de nuestras estructuras cognoscitivas que tienen implicaciones importantes para caracterizar aspectos de la racionalidad que nos permiten explicar una serie de rasgos cruciales de la historia del cambio conceptual en la ciencia.

En este trabajo no voy a detenerme a elaborar estas ideas.⁸ Aquí hago ver que hay *de hecho* tipos diferentes de tradiciones científicas, y que en particular hay tradiciones experimentales en las que el objetivo de las tradiciones no es la construcción de teorías sino la construcción de fenómenos. Esta idea ha sido desarrollada por Hacking y, posteriormente, por una serie de autores. Hacking, sin embargo, considera que el reconocimiento de la existencia de tradiciones experimentales va aparejado al reconocimiento de que la racionalidad como problema filosófico tiene muy poco que ver con la ciencia. Tanto Hacking como Laudan identifican la racionalidad con características del razonamiento teórico. Pero éste es un punto de partida cuestionable.

La distinción entre diferentes tipos de tradiciones puede formularse como una distinción entre diferentes tipos de racionalidad que son característicos de diferentes tipos de actividades humanas. En este trabajo utilizo esta idea para aclarar la noción de progreso en la ciencia, evitando tanto la versión de los empiristas que reducen el progre-

⁸ En otros trabajos (véanse Martínez, 1992a y 1992b) hago ver que hay diferentes tipos de racionalidad (y que estos diferentes tipos de racionalidad se cultivan en tradiciones históricamente discernibles) y que, en particular, es posible distinguir entre el tipo de racionalidad formal (que se manifiesta sobre todo en el desarrollo y la utilización del razonamiento lógico-deductivo) y un tipo de racionalidad pragmática predominantemente guiada por reglas heurísticas y dirigida a la resolución de problemas no teóricos. Este tipo de razonamiento pragmático desemboca en un conocimiento no proposicional que es sobre todo predominante en las tradiciones descriptivistas y experimentales en la ciencia (véase la sección 2 adelante).

so a algún tipo de comparación de contenido empírico de teorías, como el pragmatismo de alguien como Laudan que reduce el progreso a una habilidad para resolver problemas. *El tema de la racionalidad desempeña un papel importante pero indirecto en la elucidación del concepto de progreso científico.*

La concepción tradicional de la racionalidad asume que la racionalidad, si bien es un concepto difícil de caracterizar con detalle, tiene un núcleo fácilmente caracterizable en términos de *la consistencia lógica* de las creencias. Alguien es irracional si afirma que p y no p o si implícitamente niega, con su comportamiento, sus propios objetivos (que se asume que pueden ser traducidos a conocimiento de proposiciones). En la filosofía de la ciencia esta intuición central, según la cual el núcleo de la racionalidad es la lógica proposicional, se elabora sobre todo en términos de la idea de que *el fin de la ciencia es la construcción de teorías*. Tradicionalmente una teoría es un sistema de creencias formulado lingüísticamente que se busca articular lógicamente. La racionalidad teórica, entonces, se considera como la manera que tenemos de ordenar nuestras creencias verdaderas acerca del mundo en un todo unificado y describable como una estructura lógica (consistente). Esto conduce a una subordinación de cualquier tipo de conocimiento al conocimiento teórico. Se establece, además, una distinción implícita pero tajante entre el conocimiento teórico que es el fin de la ciencia y el tipo de conocimiento que nos permite manejar un auto o hacer un avión. Como veremos, esta distinción tajante no es sostenible.

3. Tres tipos importantes de tradiciones científicas

Una tradición científica consiste en una comunidad de científicos sociológica e históricamente identificable.⁹ Que la

⁹ Hay diferentes maneras de identificar una comunidad por crite-

tradición científica es históricamente identificable implica que la comunidad que mantiene la tradición se renueva gradualmente y que, por medio de ese proceso de renovación, se mantienen relativamente constantes, o cambian muy lentamente, los valores y metas de investigación aceptados por la comunidad. Para mi propósito presente, la ambigüedad en lo que constituye una tradición o una comunidad no es importante.¹⁰ Creo, sin embargo, que una comunidad en primer lugar debe pensarse en términos microsociológicos. Una comunidad es el grupo de investigación en física que encabezaba Niels Bohr en Copenhague o el grupo de taxonomistas en el Museo de Historia Natural de Nueva York la pasada década. Si estos grupos constituyen o forman parte (y hasta qué punto) de una tradición científica requeriría un estudio histórico adicional (como lo hacen Hull y Pickering en los trabajos mencionados en la nota 9).

rios sociológicos e históricos. Aquí simplemente asumo que la identificación es posible. Nada importante para la tesis de este trabajo depende de la manera en la que se haga esta identificación (en tanto que se asuma que tal identificación puede hacerse de una manera consistente con la reconstrucción histórica que aquí se propone). Pickering en 1984 identifica la comunidad de los físicos de partículas que llevaron a cabo la “creación” de las partículas elementales (y de los “quarks”, en particular) a mediados de este siglo. Hull en 1988 estudia la comunidad de sistematistas sobre todo en las décadas de los años setenta y ochenta. Pickering y Hull se refieren a comunidades que incluyen los dos aspectos de la noción usual de comunidad que he distinguido, el aspecto diacrónico (histórico) y el sincrónico (estrictamente sociológico). El concepto de tradición científica pretende tomar en consideración las diferentes maneras posibles de incorporar el estudio del aspecto diacrónico en el estudio de una comunidad.

¹⁰ Dejo de lado, por ejemplo, el problema de cómo entender y evaluar la fragmentación de comunidades y los criterios de pertenencia a tradiciones. Éste es un tema importante que es sobre todo problemático en el caso de tradiciones teóricas. En el caso de tradiciones experimentales, la fragmentación de comunidades y tradiciones puede entenderse en términos del proceso de desarrollo de líneas de fenómenos.

Las diferentes tradiciones científicas pueden clasificarse en tres grandes grupos. Por un lado, hay tradiciones para las que su centro de gravedad, lo que es reconocido (por los miembros de la tradición por lo menos) como su área de investigación lo constituye la articulación de ejemplos paradigmáticos de una teoría. Para estas *tradiciones predominantemente teóricas* el abandono del núcleo teórico significa el abandono de la tradición o su desmembramiento. Un ejemplo típico de tradiciones predominantemente teóricas es la tradición newtoniana en la mecánica desde el siglo XVII hasta principios del siglo XX. La “ciencia normal” de Kuhn, los “programas de investigación” de Lakatos (véase Lakatos, 1970), “las tradiciones de investigación” de Laudan (en Laudan, 1977) y muchas otras caracterizaciones de tradiciones científicas comparten este énfasis en la articulación teórica como punto de partida para la caracterización de lo que los diferentes autores consideran como más relevante para explicar el cambio conceptual en la ciencia.¹¹

Las tradiciones no teóricas pueden clasificarse en dos grandes grupos: las tradiciones descriptivistas y las experimentales. Una tradición descriptivista genera explicaciones y predicciones acerca del comportamiento de los entes que constituyen el dominio de una disciplina sobre la base de un sistema clasificatorio para esos entes. La lingüística descriptiva y la taxonomía son ejemplos típicos de este tipo de tradición. En estas tradiciones descriptivistas, como en las tradiciones científicas experimentales que mencionaremos adelante, lo que mantiene la adhesión de los miembros

¹¹ Hay una tendencia clara en la historiografía tradicional a hacer énfasis en los aspectos teóricos de la ciencia y, en particular, a tratar de articular las tradiciones científicas en tanto que se articulan por medio de teorías. Sólo recientemente ha empezado a cambiar esta tendencia y se ha empezado a dar importancia a la historia de las tradiciones experimentales y a la estructura de los experimentos. Véase por ejemplo Gallison, 1986; Hacking, 1983; Bechtel, 1990.

de la tradición a un programa de trabajo reconocible históricamente son cuestiones o problemas que son considerados importantes *independientemente de teorías*.

En este trabajo me restringiré a caracterizar las tradiciones experimentales por medio de la presentación de algunos ejemplos. Esto es todo lo que necesito para elaborar mi propuesta de progreso cognoscitivo. Tendrá que dejarse para otra ocasión la caracterización de las tradiciones descriptivistas en la ciencia (y un estudio de sus peculiaridades desde un punto de vista epistemológico).

Llamaremos *tradiciones experimentales* a las tradiciones que típicamente se articulan alrededor de problemas y técnicas experimentales y que se desarrollan de manera significativamente autónoma, a lo largo de la historia, de tradiciones teóricas. Desde ahora, el lector queda advertido de que la noción de lo “experimental” en cuestión no es la idea simplista, de una buena parte de la filosofía tradicional de la ciencia, que asocia la experimentación con la mera recolección de datos o de enunciados falsables. Lo experimental en una tradición tiene que ver, sobre todo, con el tipo de razonamiento que predomina en la formación y el cuestionamiento de las creencias y métodos de investigación (que culminan en la construcción de fenómenos). Más adelante aclararé varias de las ideas aludidas en esta advertencia.

Fuera de algunos casos muy idealizados en la historia de la física, no es posible hacer una distinción tajante entre una tradición experimental o descriptivista y una teórica en términos de los objetivos buscados. Por lo general, las diferentes disciplinas científicas incluyen diferentes tipos de tradiciones con objetivos interdependientes. La biología contemporánea es un complejo de tradiciones científicas íntimamente relacionadas en cuanto a sus objetivos. No obstante, las tradiciones experimentales y las tradiciones teóricas tienen cada una cierta estabilidad y unidad, recono-

cibles a lo largo de periodos históricamente significativos, que es importante tomar en cuenta para caracterizar el cambio conceptual en la ciencia (y en particular el problema de la caracterización del progreso en la ciencia).¹²

Una distinción importante entre las tradiciones experimentales y las tradiciones teóricas consiste en el papel central que desempeñan las matemáticas en la formulación de las teorías constitutivas de la tradición teórica. Más importante todavía son las diferencias que generalmente existen entre las maneras de interpretar la evidencia y su relación con el experimento. Como Kuhn nos dice en 1977, los ex-

¹² A partir de Kuhn, el problema del cambio científico se formula por lo general como el problema de explicar el cambio de teorías como un proceso racional, dada la falta de comunicación históricamente documentable entre tradiciones en competencia en una determinada disciplina. Pero si aceptamos que hay diferentes tipos de racionalidad que se cultivan en diferentes tradiciones, entonces el problema del cambio científico como se formula usualmente no puede verse sino como una formulación extremadamente simplista del problema de fondo. No tiene por qué asumirse que explicar racionalmente el cambio requiere siempre de comunicación entre las teorías (paradigmas, marcos conceptuales, etc.) en competencia.

Las formulaciones usuales del problema de la inconmensurabilidad de teorías o paradigmas descansa, en última instancia, en el mismo supuesto en que descansan las concepciones tradicionales de progreso; la idea de que sólo la presencia de un núcleo en común entre dos paradigmas en competencia puede explicar racionalmente el cambio (y en particular el progreso). La inconmensurabilidad es un hecho históricamente documentado, pero la falta de comunicación y de un núcleo común de creencias entre las teorías en competencia puede ser parte de una explicación racional del cambio. Todo lo que es necesario es que no nos aferremos a tratar de encuadrar la racionalidad en un marco que no es adecuado.

El rearrreglo o "cruza" de las diferentes comunidades, sobre todo con relación a su grado de identificación con las diferentes tradiciones científicas, genera variantes (de comunidades) que son sometidas a un proceso de selección. Un proceso de selección puede explicar el cambio sin necesidad de supuestos acerca de la comunicación y sin apoyarse únicamente en la comparación racional de dos propuestas en competencia. Esta idea la desarrollo en Martínez, 1992a y 1992b.

perimentos en las tradiciones teóricas son por lo general “experimentos pensados” y funcionan como ayudas pedagógicas o como respuestas a cuestiones teóricas. En las tradiciones experimentales, los experimentos no se usan para *demostrar* algo que ya se ha inferido de teorías, sino más bien son vistos como generadores de conocimiento científico *autónomo*, independiente de teorías específicas y necesario para la construcción posterior de teorías.¹³

Típicos pensadores experimentalistas son Boyle, Hooke, Faraday y Bernard. Galileo y Einstein podrían ser ejemplos de pensadores preeminentemente importantes en el marco de tradiciones teóricas (lo que no implica que Galileo o Einstein no hayan sido importantes como experimentalistas).

Una tradición teórica se reconoce por la subordinación de sus problemas a una teoría fundamental que, a su vez, se caracteriza por unos cuantos principios (o leyes) básicos. Las tres leyes de la mecánica de Newton son un ejemplo típico de los principios cuya elaboración y aplicación constituye el núcleo de una tradición teórica; la teoría newtoniana de la mecánica. Lagrange y Laplace fueron miembros de la tradición teórica que articuló las leyes de Newton en una teoría deductiva de gran generalidad.

El concepto filosófico central de una tradición experimentalista es el concepto de *fenómeno*. Una buena parte de este trabajo estará dedicada a la explicación de lo que

¹³ Quizás valga la pena recalcar aquí que la noción de autonomía a la que nos referimos arriba no implica la falta de presuposiciones teóricas o más abiertamente metafísicas (como una concepción corpuscular de la materia, por ejemplo). A diferencia del teórico, un experimentalista tiene como objetivo primordial la creación de un “fenómeno” que se entiende como una construcción que es significativamente autónoma con respecto a la manera como se describe en diferentes teorías que, por así decir, están en la balanza. Otro tipo de presuposiciones metafísicas pueden ser, y generalmente son, parte de las creencias del científico que guían la investigación.

entiendo por fenómeno y por qué lo considero un concepto historiográfico crucial para el estudio y la caracterización de las tradiciones científicas y de su relativa autonomía. Posteriormente, será fácil formular la noción de progreso que quiero proponer.

4. *Qué es un fenómeno*

El término fenómeno en la ciencia tiene dos vertientes de significado. Por un lado, un fenómeno se refiere al contenido intersubjetivo de nuestras observaciones. Por otro lado, se refiere a las regularidades empíricas que son el objeto de la sistematización de la ciencia. Ambos sentidos de la palabra fenómeno tienen una tradición venerable que se remonta a los griegos. Un fenómeno en la ciencia, a partir del siglo XVII y sobre todo a partir de Newton, es un suceso o proceso que ocurre regularmente en circunstancias definidas, que pueden ser muy especiales, como en el caso de “un fenómeno celeste”, pero que no tienen por qué ser derivables de un principio o ley causal general.

La ciencia, en la tradición mecanicista empirista de Newton, así como en la tradición filosófica del escepticismo mitigado de Mersenne y Gassendi, es un estudio de esas regularidades. Un fenómeno es algo público, aunque por lo general no se ejemplifique en el mundo, a menos de que intervengamos en él para producir la regularidad que constituye el fenómeno. A continuación aclaro por medio de varios ejemplos la noción de fenómeno que me interesa destacar como un concepto importante para la historiografía de las tradiciones científicas. Empiezo con una breve descripción de la idea de fenómeno en la fisiología a partir de los trabajos de Magendie y Bernard.

En Magendie y Bernard el método experimental se basa en la manipulación del determinismo presente en el mundo natural. La *misma respuesta* deberá obtenerse de la misma

estructura *en las mismas condiciones*. Con anterioridad a Magendie y Bernard, la observación desempeñaba un papel pasivo similar al papel de la observación en la astronomía primitiva (y en una buena parte de la filosofía moderna de la ciencia). Con Magendie y Bernard, el método experimental en fisiología tomó conciencia de la importancia del aspecto *manipulativo* de un experimento en la definición misma de lo que es un fenómeno.

Para Bernard, el principio del método científico era el establecimiento del fenómeno independiente de una teoría. Una vez establecido el fenómeno fisiológico lo trataba de rastrear hasta los órganos en los que estaba localizado. La idea básica de la fisiología anterior a Bernard era la idea abstracta especulativa de función. La idea básica de la fisiología después de Bernard es la creación de regularidades empíricas que pueden manipularse, *i.e.* la creación de fenómenos.

Bernard (en 1865) contrasta al médico que observa un organismo “como un tipo de planeta efímero cuyo movimiento está regido por leyes que se descubren por observación simple” con el médico que practica una “observación activa” que lleva consigo la posibilidad de intervenir en el proceso fisiológico de tal manera que es posible alterarlo y regularlo. Bernard considera que esta posibilidad de intervención es la fuente primera de conocimiento en la ciencia.¹⁴ Para Bernard, la medicina principia como ciencia cuando se pasa de la “simple observación” a la “observación activa”. Estos dos tipos de observación son distintivos de los dos tipos de tradiciones que aquí queremos distinguir. En las tradiciones teóricas la observación tiende a identi-

¹⁴ Estas ideas de Bernard están tomadas del capítulo IV de Bernard, 1865, capítulo titulado “Obstáculos filosóficos que la medicina experimental tiene que salvar”. Véase también el capítulo I, “Del razonamiento experimental”, reproducido en la selección castellana Bernard, 1989.

ficarse con una mera fuente de datos y de contrastaciones empíricas para las teorías. En las tradiciones experimentales la observación es una parte esencial de la construcción y el avance del conocimiento científico.

Otra fuente muy importante de ilustraciones de fenómenos en la ciencia y del papel que desempeñan en la constitución del conocimiento científico es el libro de L. Fleck *La constitución de un hecho científico* (originalmente publicado en 1935). En la primera parte del libro, Fleck presenta la historia del concepto cambiante de sífilis desde la Edad Media hasta principios del siglo XX. En la segunda parte, Fleck describe magistralmente el proceso de la creación y la estabilización de un fenómeno.

El fenómeno en cuestión es la reacción *wasserman*, una reacción serológica para detectar la sífilis. Inicialmente la reacción de *wasserman* detectaba sólo un porcentaje pequeño, entre el 15 y el 20 por ciento de casos positivos en casos comprobados de sífilis. Fleck nos describe cómo la reacción pasó a constituirse en un “hecho” —fenómeno estable en nuestra terminología—, al mejorarse la técnica que permitió detectar la sífilis con un noventa por ciento de confiabilidad.¹⁵ Fleck, como Bernard, hace énfasis en el papel que desempeñan las habilidades del experimentador en la constitución del fenómeno. Para Fleck, sin embargo, a

¹⁵ La noción de fenómeno de Bernard difiere del “hecho” de Fleck en que el “hecho” para Fleck incorpora aspectos probabilistas. Para Bernard, la probabilidad no tenía ninguna utilidad epistémica en la fisiología, un fenómeno era necesariamente una expresión del determinismo del mundo. Ésta es una diferencia significativa desde diversos puntos de vista, pero no es importante para nuestro propósito presente. Fleck también recalca el aspecto sociológico que entra en la construcción de un “hecho”. Me parece que la terminología de “hecho” de Fleck es inadecuada y se presta a malentendidos que han sido explotados en una serie de trabajos en la sociología de la ciencia. Por ello aquí hablaré de la creación o construcción de fenómenos cuando Fleck habla de la construcción o creación (*Entstehung*) de “hechos”.

diferencia de Bernard, la creación de un fenómeno implica aspectos históricos. Un fenómeno requiere, por un lado, la presencia de un aspecto *pasivo* que expresaría la estructura causal del mundo fuera del control del científico. Por otro lado, se requiere la incorporación de un aspecto *activo* o sociológico en la creación de un fenómeno. De ser posible hacer una separación tajante entre los aspectos “pasivos” y “activos” que entran en la creación de un fenómeno, sería posible recuperar la formulación positivista tradicional de un fenómeno como la expresión de una manipulación de leyes. Pero como Fleck lo sugiere, esto no parece ser posible.

La idealización tradicional que identifica el aspecto pasivo de los fenómenos con lo descrito por leyes es una idealización que es el producto de una reificación que tiene su origen en el uso casi universal de los modelos matemáticos basados en ecuaciones diferenciales, pero que no puede ser una idealización aceptable para la descripción de muchos fenómenos en la ciencia (en Martínez, 1990, elaboro esta idea).

Esta concepción constructivista y no determinista del concepto de fenómeno es también importante para entender aspectos centrales de la filosofía de la naturaleza de Niels Bohr.¹⁶ Según Bohr, la existencia objetiva de los fenómenos en la mecánica cuántica no puede concebirse independientemente de los medios de observación. Bohr considera que la necesidad de interpretar el formalismo cuántico en términos de la noción de fenómeno se debe a *la limitación fundamental de las ideas clásicas cuando*

¹⁶ Este concepto de fenómeno en la física es un hilo conductor muy importante para la comprensión de la filosofía de la naturaleza de Bohr. Las críticas de las ideas de Bohr, sobre todo de filósofos (como Popper y Bunge) muchas veces ignoran la importancia que tiene el análisis de este concepto en la filosofía de Bohr.

se aplican a los fenómenos atómicos (véase Bohr, 1934, p. 53).

Bohr no está tratando de fundamentar la física en una epistemología subjetivista (como se entiende muchas veces), sino de explicar el sentido nuevo de objetividad que requiere la mecánica cuántica, que Bohr entiende como “si se refiriera exclusivamente a las observaciones obtenidas por medio de circunstancias específicas, incluyendo una descripción del experimento como un todo” (Bohr, 1949). Esta noción de fenómeno es también el núcleo de su respuesta a Einstein en el famoso trabajo de 1935:

The conditions on which the very definition of the physical quantities in question rests [...] must be considered as an inherent element of any phenomenon to which the term “physical reality” can be unambiguously applied... (Bohr, 1935, p. 65)

Con Bohr el concepto de fenómeno, que hasta entonces era un concepto central de las tradiciones experimentales, se toma como punto de partida para resolver el problema de la interpretación de la mecánica cuántica.

Hacking en 1983 introduce en la filosofía contemporánea el concepto de fenómeno como un componente importante de una historiografía de las tradiciones experimentales. Hacking está interesado en mostrar que las tradiciones experimentales tienen una dinámica propia que es en gran medida independiente de las preocupaciones del teórico. Hace ver, por ejemplo, que los experimentos de Michelson y Morley, que en el folklore de la historia de la ciencia se subordinan a la teoría de la relatividad de Einstein, tienen una motivación y son parte de una tradición experimental que es independiente de una teoría. Por otra parte, Hacking está interesado en formular un argumento pragmatista para el realismo de algunos entes teóricos en la ciencia, basándose en la creación de los fenómenos en la física experimental.

Un fenómeno, para Hacking, es algo creado que perdura porque *se manipula para crear otros fenómenos*.

Para Hacking, el ejemplo paradigmático de un fenómeno es el efecto fotoeléctrico; una relación entre la luz y la electricidad que permite que la información enviada por una antena de televisión se transforme en imágenes que podemos ver, que permite construir los mecanismos que abren las puertas de los supermercados, etc. Como nos dice Hacking al final del capítulo tres de 1983, la física del futuro puede dejar de creer en la realidad de los electrones, pero el efecto fotoeléctrico está aquí para quedarse.

Los ejemplos de Bernard y Fleck, mencionados anteriormente, muestran que el concepto de fenómeno desempeña un papel importante fuera de la física e incluso en la interpretación de teorías (como en el caso de la interpretación de Bohr de la mecánica cuántica). No estoy seguro de que el argumento de Hacking para un realismo de entes tenga éxito, pero sí creo que la introducción de la noción de fenómeno en la filosofía de la ciencia contemporánea es importante para replantearse, sin los prejuicios tradicionales, una serie de problemas filosóficos relacionados con el tema del desarrollo científico. La idea central de Hacking, que comparto, es que una tradición experimental se forma y se mantiene como tal en tanto que propugna maneras específicas de crear fenómenos que se consideran exitosas y prometedoras para la generación de nuevos fenómenos.

5. *La tesis de Bernard-Hacking*

Tanto Hacking como Bernard recalcan la idea de que la estabilización de los fenómenos es un producto de su manipulabilidad. La tesis de que la estabilización es un producto de la manipulabilidad la llamaremos aquí *la tesis de Bernard-Hacking*. La noción de fenómeno, que creo que es importante como concepto historiográfico de aplicación ge-

neral, no concuerda con la tesis de Bernard-Hacking. Creo que la manipulabilidad de fenómenos es sólo un caso especial de su estabilidad, y que es la estabilidad la que es filosóficamente pertinente. Aclararé más adelante esta noción de estabilidad.

Para ver las dificultades con la tesis de Bernard-Hacking podemos partir de un examen de la idea propuesta por Hacking de utilizar la creación de fenómenos para defender una tesis de “realismo experimental”. Según Hacking, los electrones son “reales” porque los podemos rociar con cargas eléctricas, esto es, porque los podemos manipular para crear nuevos fenómenos, para que nos abran puertas de supermercado y nos sirvan en mecanismos de alarma contra ladrones. Pero no es difícil encontrar regularidades asociadas con entes teóricos que no son manipulables en un sentido estricto. Por ejemplo, los famosos “hoyos negros” de la cosmología moderna no son manipulables. Precisamente este ejemplo lleva a Hacking (en 1983) a cuestionar la “realidad” de los hoyos negros en la cosmología moderna:

Debo confesar cierto escepticismo acerca de cosas como los “hoyos negros”. Sospecho que puede haber otra representación del universo, igualmente consistente con los fenómenos, en la que los hoyos negros no aparecen. He heredado de Leibniz cierto disgusto por los poderes ocultos. Recuérdese cómo se peleó con la gravedad de Newton por considerarla oculta. Tuvieron que transcurrir dos siglos para que se viera que tenía la razón [...] Un escéptico como yo hace una pequeña inducción. Los entes teóricos que han vivido mucho sin que terminen siendo manipulados terminan siendo por lo general grandes errores. (Hacking, 1983, p. 275)

Podemos estar de acuerdo en que “los hoyos negros” no han sido suficientemente investigados y que es posible que una explicación alternativa de los fenómenos cosmológicos, que ahora se describen utilizando el término de “hoyo negro”, sea aceptada en algunos años. Pero también es posible

que en algunos años se haga ver que algunos fenómenos que podemos crear en nuestros laboratorios son el tipo de fenómenos que ahora describimos utilizando la terminología de “hoyo negro”. También es posible que nuevas teorías y experimentos coincidan en requerir este tipo de fenómeno para la creación de otros fenómenos. En este caso los hoyos negros se estabilizarían como fenómenos sin ser manipulables (directamente por lo menos).

La manipulabilidad no es una fórmula mágica que distinga un tipo de ente (un ente que en principio es manipulable) de otro (que en principio no es manipulable). Newton nos convenció de que el hecho de que una manzana cae es el mismo tipo de fenómeno que el fenómeno observado de la rotación de la luna alrededor de la tierra. Esto permitió modelar los fenómenos celestes por medio de la manipulación de los fenómenos gravitatorios que pueden crearse en nuestros laboratorios terrestres. El hacer énfasis en la autonomía de los fenómenos respecto a las teorías no debe cegarnos frente al hecho obvio de que los fenómenos no son meros hechos concretos sino tipos de hechos o procesos. Después de todo, para hablar del efecto fotoeléctrico tenemos que identificar las diferentes situaciones empíricas que son casos especiales del efecto. Y esto requiere algo más que la mera manipulación de condiciones experimentales. Requiere que entendamos las condiciones experimentales como del mismo tipo.

El ejemplo de los hoyos negros sería un ejemplo de entes teóricos que no son manipulables porque están muy lejos. Pero igualmente lejos pueden estar muchos casos de efectos fotoeléctricos en el núcleo de las estrellas.

La estabilidad de un fenómeno va más allá de su manipulabilidad. El centro de la tierra no es manipulable, pero su constitución química es un fenómeno estable. La constitución del núcleo terrestre no sólo entra en la explicación de una serie de fenómenos geológicos y geofísicos que son

en sentido estricto (directamente) manipulables, la constitución del núcleo terrestre entra también en la constitución de una serie de fenómenos bien establecidos como lo son el movimiento de la tierra alrededor del sol y las características del campo gravitatorio sobre la superficie de la tierra.

El sentido en el que los fenómenos de la geofísica o de la cosmología se han atrincherado tiene que ver con la clasificación de fenómenos por medio de conceptos que va generalmente asociada con la capacidad de manipular fenómenos, pero que no se reduce a esta manipulación. La creación de un fenómeno, entonces, debe verse no sólo como la creación de un hecho particular sino como la construcción de un *concepto*. Así, lo que podemos establecer con respecto a algunos ejemplares de la clase (que describe la extensión del concepto) lo podemos extender al resto de los miembros de la clase, aunque éstos no sean directamente manipulables. La determinación de la clase a la que se refiere la creación de un fenómeno es parte constitutiva de lo que entendemos por la manipulación del mismo.

Me parece que Hacking, quizás debido al énfasis que pone en los ejemplos de la física moderna de partículas, hace demasiado hincapié en la manipulabilidad en relación con la caracterización de la estabilidad de los fenómenos. La estabilidad de los fenómenos no se logra, por lo general, sólo a través de la manipulación. Sería difícil decirle a un paleontólogo o a un geofísico que sus “fenómenos” no son realmente fenómenos confiables porque no son (del todo) manipulables. Se requiere entonces un estudio más a fondo del tema de la estabilidad de los fenómenos. Éste es el tema de la siguiente sección.

6. *La estabilidad de los fenómenos*

Por un lado, la estabilidad de un fenómeno involucra un

aspecto sociológico. Un fenómeno se crea dentro de una comunidad de científicos, no es una mera creación individual. Este aspecto de la noción de fenómeno es a lo que Fleck llama el aspecto causal “activo” de un fenómeno. Por otro lado, la estabilización de un fenómeno es el resultado de la “localización” de un mecanismo. La localización de un mecanismo consiste en la identificación-construcción de un nivel de organización que permite explicar el fenómeno y sugerir fenómenos adicionales dentro de ese nivel de organización. El tercer aspecto importante de la noción de estabilidad de fenómenos consiste en el proceso de atrincheramiento. Un fenómeno se va *atrincherando* en la historia de la ciencia conforme el fenómeno en cuestión se va incorporando en la creación de nuevos fenómenos. En esta sección y las dos siguientes aclararemos los diferentes aspectos de la noción de la estabilidad de fenómenos que nos interesa destacar.

Es importante distinguir entre la estabilidad que surge de la manipulación de leyes de la naturaleza de la estabilidad de un fenómeno que puede darse simplemente de hecho. Quiero sostener que un fenómeno puede ser estable aunque no haya leyes que manipular.

La manipulación de una ley sólo puede darse si la ley se expresa, dadas ciertas condiciones, por medio de una regularidad (determinista o probabilista) del efecto. Y muchas veces esta regularidad nunca se da *de hecho* en situaciones en las que queremos hablar de fenómenos estables. Una caída sobre la superficie de la tierra nunca es “libre”, hay fricción, hay atracción de la luna, etc. A partir de Hume, el empirismo desarrolló la idea de que la objetividad de la ciencia se reducía a la objetividad de las leyes, y que esta objetividad sólo podía formar parte de la experiencia en tanto que las leyes se expresaban en una regularidad.

J.S. Mill fue el primero en formular sistemáticamente una alternativa. El problema central que Mill encuentra

en la posición empirista tradicional es una elaboración del tipo de comentario que hicimos de pasada en el párrafo anterior con respecto a la imposibilidad de experimentar una caída libre. Las leyes actúan siempre y sus efectos interfieren entre sí. Hablar de los efectos de una ley implica introducir una idealización de la situación que puede ser engañosa. En el caso de la mecánica, Mill piensa que las leyes interfieren de una forma relativamente simple, sus efectos se agregan de tal manera que podemos reconstruir el efecto de la acción de varias leyes como si una ley actuara después de la otra. Así, por ejemplo, si un barco está sujeto a la fuerza de una corriente marina y a la fuerza del viento (que actúa sobre las velas), el efecto de las dos fuerzas combinadas es el mismo que se obtendría si primero el barco fuera arrastrado por la corriente submarina y luego la fuerza del viento lo arrastrara.

Sin embargo, como nos dice Mill, este tipo de análisis de la interferencia de fuerzas no funciona en muchas otras áreas de la ciencia fuera de la física. Por ejemplo, la interferencia de dos leyes acerca de la formación de compuestos en la química, por lo general, tiene un resultado que es diferente si se aplica primero una ley y después la otra. Sobre todo en las ciencias sociales, Mill ve serias limitaciones en el análisis tradicional de la objetividad de las leyes a partir de la idealización de sus efectos. Mill piensa que es necesario ver la objetividad de las leyes como producto de la interferencia de “tendencias” de las que sólo percibimos el efecto total de las diferentes leyes que actúan en una determinada situación (véase Mill, 1874, libro III). Esto requiere, según Mill, que distingamos entre los diferentes niveles de organización en los que las leyes actúan, y que seamos capaces de descubrir el principio de la composición de causas distintivo del nivel de organización en cuestión; el nivel físico, químico, biológico o social.

Mill asume que estos niveles son los niveles de organización dados *objetivamente*, y que son la expresión, en los diferentes niveles, del principio de la uniformidad de la naturaleza. Me parece que Mill va por el camino correcto cuando se aleja de la visión empirista tradicional que no distingue más allá de los hechos y las leyes. Sin embargo, la jerarquía en la cual se enmarca su explicación de las leyes, como descripción de tendencias, es totalmente *ad hoc*. Se asume que lo que Mill pensaba que caracterizaba a lo “físico”, “lo químico”, etc., era algo dado en el mundo independientemente de nuestras teorías y conceptos desarrollados a lo largo de la historia de la ciencia. Por un lado, nuestra caracterización de lo “físico”, lo “químico”, “lo biológico” y lo “social” difiere mucho de la idea que se tenía en tiempos de Mill.¹⁷ Por otro lado, ahora tenemos una mejor manera —la teoría de la evolución— de entender el origen y el alcance de los niveles de organización que Mill encontró que se requerían para resolver el problema de la aplicabilidad de las leyes.

El concepto de ley de la naturaleza (como un principio de aplicación universal) se desarrolló en íntima relación con el problema de reconciliar la visión científica del mundo con la visión religiosa. Posteriormente, se incorporó en la filosofía como parte de cierta concepción de lo objetivo.¹⁸ Sin embargo, una epistemología acorde con los planteamientos de la ciencia de fin del siglo XX no debe constreñirse por principios que responden a una construcción de la realidad que de hecho hacen de la epistemología tradicional un fósil viviente. Además, como nuestro más adelante, es posible

¹⁷ Bacon parece sugerir una idea similar a la de Mill sólo que en términos de lo que podemos llamar los contextos de regularidades (dados por sus tablas de similitudes y diferencias) que tenían un alcance mucho menor que los niveles de Mill.

¹⁸ Los artículos de Ruby, 1986 y Oakley, 1961 son dos estudios importantes sobre el desarrollo histórico del concepto de ley.

explicar la estabilidad de los fenómenos, y las “tendencias” de Mill, sin recurrir a leyes.

Consideremos el ejemplo de un ente teórico de características muy diferentes a las de un electrón: un *ecosistema*. En sentido estricto, un ecosistema es claramente no manipulable. Esto puede formularse de manera precisa porque, si un ecosistema se modela como un sistema dinámico, una simulación realista es altamente sensitiva a condiciones iniciales. Hoy en día, el ecólogo es sólo capaz de hacer predicciones de alcance limitado y de explorar sólo a muy corto plazo las consecuencias de posibles alteraciones del medio ambiente por medio de la simulación de ecosistemas en computadoras. Pero supongamos que en unos diez años el desarrollo de la tecnología de la computación en paralelo permita las simulaciones de ecosistemas significativamente complejos con un alto grado de confiabilidad. En este caso, estas simulaciones podrían usarse para la creación de fenómenos, por ejemplo para el control del clima en algunas zonas del planeta. Así, la simulación puede conducir a un tipo de estabilización de fenómenos que no tiene por qué atribuirse a la manipulación de leyes.

El siguiente ejemplo sugiere más concretamente cómo la creación de un fenómeno no tiene por qué implicar la manipulación de una ley, sino la selección de una situación experimental (y la capacidad de saber reproducir tal situación). En el caso de una bola numerada de una tómbola de lotería, la creación del fenómeno azaroso (cuya estabilidad se especifica por medio de una distribución de probabilidad) no consiste en la manipulación de una ley, sino más bien en la selección de la situación experimental que asegure que los “aspectos pasivos de la situación” generen las condiciones de azar que son características del fenómeno. Esto es el núcleo de la idea de la reducción de leyes a condiciones de simetría que ha sido elaborada por van Fraassen en 1989.

En el caso de la mecánica cuántica es todavía más problemático pensar que un fenómeno azaroso como el decaimiento de una muestra de un material radioactivo surge de la manipulación de una ley. Sobre todo porque puede mostrarse que no es necesario asumir que la distribución probabilista característica del fenómeno azaroso es el producto de la manipulación de una ley (van Fraassen, 1991; Martínez, 1991).

BIBLIOGRAFÍA

- Almond, G., M. Chodorow y R. Pearce, 1982, *Progress and its Discontents*, University of California Press, Berkeley.
- Ayala, F., "Can 'Progress' be Defined as a Biological Concept?", en Nitecki, 1988, pp. 75-96.
- Bendall, D. (comp.), *From Molecules to Men*, Cambridge U. Press, Cambridge.
- Bechtel, W., 1990, "Scientific Evidence: Creating and Evaluating Experimental Instruments and Research Techniques", en Arthur Fine, Micky Forbes y Linda Wessels (comps.), *PSA 1990* (Proceedings of the 1990 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association), Philosophy of Science Association, East Lansing, Michigan, vol. I.
- Bernard, C., 1865, *Introduction a l'Étude de la Médecine Experimentale*, College de France, París.
- , 1989, *Antología*, en José Luis Barona (comp.), Ediciones Península, Barcelona.
- Bohr, N., 1934, "The Quantum Postulate and the Recent Development of Atomic Theory", en *Atomic Theory and the Description of Nature*, Cambridge U. Press, Cambridge. Trad. castellana en Alianza editorial.
- , 1935, "Quantum Mechanics and Physical Reality", *Nature*, no. 136. Una versión revisada y aumentada fue publicada en *Physical Review*, no. 48, 1935, pp. 69-702.
- , 1949, "Discussion with Einstein on Epistemological Problems in Atomic Physics", en P.A. Schilpp (comp.), *Albert*

- Einstein: Philosopher Scientist*, Library of Living Philosophers, Evanston (Ill.).
- Castrodeza, Carlos, 1988, *Ortodoxia darwiniana y progreso biológico*, Alianza Universidad, Madrid.
- Carlson, Elof A., *The Gene, a Critical History*, en Saunders, 1966. Reimpreso en 1989 en *History of Science and Technology Reprint Series*, Iowa State University Press.
- Cartwright, Nancy, 1983, *How the Laws of Physics Lie*, Oxford University Press, Oxford.
- Darden, Lindley, 1989, *Theory Change in Science*, Oxford U. Press, Oxford.
- Dawkins, R., 1986, *The Blind Watchmaker*, Longmans, Londres.
- De Fontenelle, B., 1982, *Conversaciones sobre la pluralidad de los mundos*, edición preparada por A. Beltrán Mari, Editora Nacional, Madrid.
- Eldredge, Niles, 1985, *Unfinished Synthesis, Biological Hierarchies and Modern Evolutionary Thought*, Oxford University Press, Nueva York / Oxford.
- Fleck, L., 1935, *Die Entstehung und Entwicklung einer Wissenschaftlichen Tatsache*, Suhrkamp Verlag, 1980. Textualmente idéntica a la edición de 1935 publicada por Schabe & Co. Trad. castellana en Alianza Editorial.
- Gallison, P., 1987, *How Experiments End*, The Univ. of Chicago Press, Chicago.
- Ghiselin, M., 1974, "A Radical Solution to the Species Problem", *Systematic Zoology*, no. 15, pp. 207-15.
- Gould, S.J., 1982, "Darwinism and the Expansion of Evolutionary Theory", *Science*, no. 216, pp. 380-387.
- Hacking, 1983, *Representing and Intervening*, Cambridge Univ. Press, Cambridge. Trad. castellana de S. Martínez (en prensa).
- Hull, D., 1988, *Science as a Process*, The University of Chicago Press, Chicago.
- Kuhn, T., 1970, *The Structure of Scientific Revolutions*, segunda edición aumentada. En la enciclopedia *Foundations of the Unity of Science*, University of Chicago Press, Chicago, vol. II, no. 2.
- , 1977, "Mathematical versus Experimental Traditions in the Development of Physical Science", en *The Essential Tension*, The Univ. of Chicago Press, Chicago.

- , 1991, “Presidential Address: The Road since *Structure*”, *PSA 1990* (Procs. of the 1990 Meeting), Philosophy of Science Assoc., vol. II.
- Lakatos, I., 1970, “Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes”, en A. Musgrave y Lakatos (comps.), *Criticism and Growth of Knowledge*, Cambridge Univ. Press.
- Laudan, L., 1973, “Peirce and the Trivialization of the Self-Correcting Thesis”, en R. Giere y R. Westfall (comps.), *Foundations of Scientific Method: The Nineteenth Century*, Indiana Univ. Press, Bloomington.
- , 1977, *Progress and its Problems*, Univ. of California Press, Berkeley.
- , 1990, *Science and Relativism. Some Key Controversies in the Philosophy of Science*, The Univ. of Chicago Press, Chicago.
- Lovejoy, A., 1936, *The Great Chain of Being*, Harvard Univ. Press, Cambridge.
- Martínez, S., 1990, “Más allá de la presuposición newtoniana”, *Crítica*, no. 66.
- , 1991, “¿Qué es una ley irreductiblemente estadística?”, *Diánoia*, 1991.
- , 1992a, “The Roots and the Epistemological Implications of the Autonomy of Scientific traditions” (en preparación).
- , 1992b, “Una respuesta al desafío de Campbell: la evolución y el atrincheramiento de las reglas heurísticas”, en S. Martínez y León Olivé (comps.), *Evolución y conocimiento* (en prensa).
- , 1992c, “Objetividad contextual y robustez”, *Diánoia*, 1992.
- Mill, J.S., 1874, *A System of Logic*, 8a. ed., Nueva York.
- Nitecki, M., 1988, *Evolutionary Progress*, The University of Chicago Press, Chicago / Londres.
- Oakley, F., 1961, “Christian Theology and the Newtonian Science: The Rise of the Concepts of the Laws of Nature”, *Church History*, no. 30, pp. 433–457.
- Pickering, A., *Constructing Quarks*, The University of Chicago Press / The Univ. of Edinburgh Press, Chicago / Edimburgo.
- Popkin, Richard, 1979, *The History of Scepticism from Erasmus to Spinoza*, University of California Press, Berkeley.

- Ruby, Jane E., 1986, "The Origins of Scientific Law", *Journal of the History of Ideas*, no. 47, pp. 341-359.
- Richards, Robert, 1992, *The Meaning of Evolution*, The Univ. of Chicago Press, Chicago.
- Ruse, M., "Molecules to Men: Evolutionary Biology and Thoughts of Progress", en Nitecki, 1988, pp. 97-128.
- Spencer, H., 1857, "Progress: Its Law and Cause", *Westminster Review*, reimpresso en *Essays: Scientific, Political and Speculative*, 1868.
- Toulmin, S., *Human Understanding*, Princeton Univ. Press, Princeton.
- Van Fraassen, Bas C., 1989, *Laws and Symmetry*, Clarendon Press, Oxford.
- , 1991, *Quantum Mechanics*, Clarendon Press, Oxford.

Recibido: 11 de enero de 1993