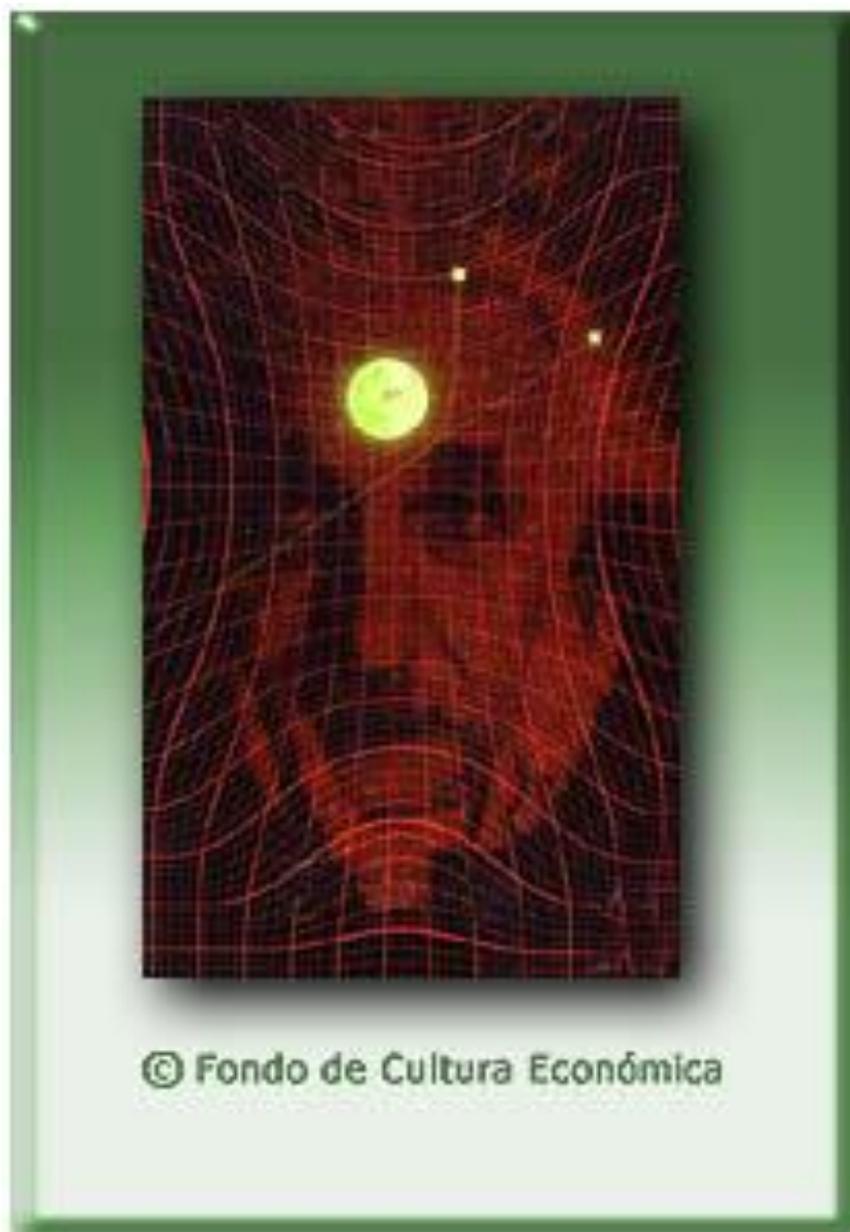


¿EXISTE EL MÉTODO CIENTÍFICO?

Autor: Ruy Pérez Tamayo



EDICIONES

Primera edición en la Sección de Obras de Ciencia y Tecnología,
1990

Primera edición (La Ciencia para Todos), 1998

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra —incluido el diseño tipográfico y de portada—, sea cual fuere el medio, electrónico o mecánico, sin el consentimiento por escrito del editor.

La Ciencia para Todos es proyecto y propiedad del Fondo de Cultura Económica, al que pertenecen sus derechos. Se publica con los auspicios de la Secretaría de Educación Pública y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

D.R. © 1990 EL COLEGIO NACIONAL Y FONDO DE CULTURA
ECONÓMICA, S. A. DE C. V.

D. R. © 1998 EL COLEGIO NACIONAL Y FONDO DE
CULTURA ECONÓMICA Carretera Picacho-Ajusco 227, 14200
México, D. F.

ISBN 968-16-5658-X

Impreso en México

DEDICATORIA

A IRMGARD,

pero también a mis jóvenes "fans" es estas conferencias:
ROSALÍA LARRALDE RIDUARA,

SANTIAGO Y RUY LÓPEZ RIDAURA y los otros muchachos
que los acompañaron, así como a ONOFRE y MARTHA
MUÑOZ, MARCELINO y FANNY CEREJIDO, RICARDO
TAPIA, EDUARDO y CECILIA LÓPEZ CORELLA, ROSALÍA
RIDAURA y JOSÉ MARQUINA

...El método científico es el que siguen los hombres de ciencia en
sus labores o gabinetes, cuando se dedican a la investigación
científica.

ROSENBLUETH, 1971

I N T R O D U C C I Ó N

Este volumen contiene la mayor parte del material que utilicé en mis cursos sobre el tema en El Colegio Nacional, correspondientes a 1987 y 1988. Hasta donde he podido averiguar, escudriñando la historia de las actividades del mencionado Colegio, quizá mi único predecesor en estos quehaceres fue el doctor Arturo Rosenblueth. En el prólogo que el doctor Juan García Ramos escribió para el libro de Rosenblueth, *El método científico*, publicado en 1971, dice lo siguiente:

Una de las inquietudes del doctor Arturo Rosenblueth fue la de tratar de sistematizar los conocimientos sobre el método científico. Prueba de ello es que en los años de 1949-1950, y posteriormente en 1961, impartió cursos sobre ese tema en El Colegio Nacional, del cual fue miembro desde 1947.

Yo tuve la oportunidad de asistir a uno de esos cursos y de iniciar así un interés personal en la filosofía de la ciencia que ha resultado permanente; además, he publicado breves comentarios sobre ese libro. A los que, como yo, asistieron a algunos de los cursos mencionados del doctor Rosenblueth y conocen el texto de su libro, podría parecerles temerario que yo haya escogido el mismo tema para los dos ciclos de conferencias mencionados y para este volumen. Me apresuro, pues, a aclarar que aunque comparto el título de sus cursos y de su libro, es quizá lo único en que coincidimos. Mientras que Rosenblueth hizo un análisis riguroso de distintos aspectos filosóficos de la ciencia, rebasando con mucho la metodología científica y expresando con claridad y seguridad características sus propios puntos de vista, yo he organizado el material dentro de un esquema estrictamente histórico. Mi objetivo es repasar los principales conceptos vertidos sobre el método científico a través de la historia, desde sus orígenes en Platón hasta nuestros días. En su debido momento llegaremos al esquema del método científico adoptado por Rosenblueth y tendremos oportunidad de describirlo, pero sólo como uno más de los muchos otros que repasaremos.

Antes de entrar en materia quisiera presentarles rápidamente una visión panorámica del territorio que vamos a cubrir. Iniciarernos nuestro recorrido con Platón, Aristóteles y algunos de sus comentaristas medievales, a pesar de que, en sentido estricto, en esos tiempos no podía concebirse un método científico porque la ciencia tal como la conocemos ahora, todavía no existía como disciplina independiente sino que formaba parte integral de la filosofía. De todos modos, el repaso de ciertas ideas de Platón, y especialmente de Aristóteles, revela prolegómenos de varios de los

problemas y conceptos que surgieron posteriormente, una vez que la ciencia inició su desarrollo independiente. Esto ocurrió a principios del siglo XVII, por lo que ahí nos detendremos para revisar los puntos de vista de dos grupos de pensadores, que también empezaron a diferenciarse entre sí en ese mismo tiempo: los científicos y los filósofos. Repasaremos los conceptos sobre el método científico de Vesalio, Galileo, Harvey, Newton, Hooke y Leibniz, como ejemplos de hombres de ciencia, y también los de Bacon, Descartes, Locke, Berkeley, Hume y Kant, como representantes de los filósofos, lo que nos llevará hasta fines del siglo XVIII. A continuación nos ocuparemos de los dos grupos principales de la filosofía de la ciencia en el siglo XIX: los empiristas, representados por los tres filósofos victorianos Herschel, Mill y Whewell, y los positivistas, de los que revisaremos a Comte, Mach, Peirce y Poincaré. Con eso habremos llegado a nuestro siglo pero todavía no a nuestro tiempo; con carácter histórico, examinaremos a la escuela más importante de la primera mitad del siglo XX, que es el positivismo (empirismo) lógico, representado por Wittgenstein, Carnap y el Círculo de Viena, y por Reichenbach y la Escuela de Berlín. Finalmente, comentaremos algunas de las ideas contemporáneas sobre el método científico: el operacionismo, representado por Bridgman y Rosenblueth, el subjetivismo selectivo, de Eddington, y el falsacionismo, introducido por Popper, así como los programas de investigación científica de Lakatos, el relativismo histórico de Kuhn, y el anarquismo, de Feyerabend. El último capítulo está dedicado a un repaso general y a la presentación de mis conclusiones sobre el método científico, ya que a lo largo de estas páginas mi postura no será crítica sino más bien narrativa y descriptiva



A G R A D E C I M I E N T O S

Aunque la gestación de este libro se remonta a muchos años, la mayor parte de su documentación final fue realizada gracias a una generosa beca de la Fundación John Simon Guggenheim (1984-1985), que me hizo posible visitar varias bibliotecas europeas, disfrutar de un verano en Boston íntegramente dedicado al trabajo literario, y fotocopiar gran parte del material requerido para completar este texto, aunque la beca se concedió para otra empresa académica, que también ya fue terminada. El resto del material de lectura necesario para completar este libro me fue enviado, cuando se agotaron los recursos de las bibliotecas locales, por mis buenos amigos Mauricio Martínez y Alejandro Mohar, estudiantes posgraduados mexicanos residentes en Boston. Las últimas copias de artículos de lectura indispensables y no accesibles en México, las recibí de mi buen amigo y colega Arturo Torre Blanco, que entonces estaba disfrutando de su año sabático en Filadelfia. El trabajo fotográfico fue realizado, con su habitual y reconocido perfeccionismo, por mi antiguo y fiel amigo Eusebio Tello, y la preparación del manuscrito final fue otra obra amorosa más de mi querida secretaria editorial, Aída Gracia.

Este libro, como casi todos los otros que yo he escrito, está dedicado en primer lugar a mi esposa. La dedicatoria intenta expresar, todavía sin lograrlo de manera aceptable, mi gratitud por su apoyo incondicional, su comprensión generosa y su tolerancia infinita a mis pretensiones intelectuales. Otra vez, muchas gracias, Irmgard.

I . L A T R A D I C I Ó N A N T I G U A : P L A T Ó N Y A R I S T Ó T E L E S

- I.1. INTRODUCCIÓN
- I.2. PLATÓN Y ARISTÓTELES
- I.3. LA EDAD MEDIA

I . 1 . I N T R O D U C C I Ó N

GENERALMENTE se acepta que los orígenes del mundo occidental contemporáneo se encuentran sobre todo en la cultura griega, que se desarrolló desde antes del siglo VII a.C., hasta la muerte de Alejandro, ocurrida en el año 323 a.C. En este breve lapso, de no más de 500 años, y en un grupo sorprendentemente poco numeroso de pequeñas comunidades portuarias, repartidas sobre todo en las islas y costas de los mares Egeo y Adriático, se enunciaron por primera vez casi todos los principios generales de la política, las leyes, la literatura, la poesía, las artes, la filosofía y otras características más de la civilización que actualmente predomina en Occidente. La otra cultura que también aportó un componente crucial en los orígenes de la nuestra fue la judía, que nos dio los elementos básicos de la religión cristiana. Naturalmente, para los pueblos del hemisferio occidental, surgidos a principios del siglo XVI como consecuencia del encuentro entre la cultura española y las civilizaciones precolombinas mesoamericanas y sudamericanas, la historia incluye otros orígenes más, aparte del griego y del judío ya mencionados; me refiero a la inmensa riqueza de las culturas indígenas del nuevo continente, que a pesar de su derrota frente a los conquistadores y del intento brutal de su obliteración completa, desencadenado a partir de la caída de Cuauhtémoc y de Manco Capac, siguió y ha seguido influyendo en la realidad existencial cotidiana del hombre latinoamericano.

Desde el punto de vista de la evolución histórica del pensamiento científico, que representa el interés central de estas páginas, la confluencia de los tres principales antecedentes de nuestra cultura latinoamericana (griego, judío e indígena mesoamericano) ha resultado en un producto *sui generis*, que en vez de declararse partidario de cualquiera de sus tres orígenes, ha decidido intentar conciliarlos y vivir lo mejor que se pueda a la sombra de tres paraguas. Si la reunión de dos culturas diferentes (la griega y la judía) tomó más de 1 500 años para generar un producto más o menos estable (me refiero a la cultura europea de los siglos II al XVI de nuestra era), la síntesis de tres culturas distintas podría tomar 3 000 años. Pero precisamente a partir del siglo XVI se agregaron nuevos elementos a la cultura europea que rompieron la unidad característica de la Edad Media y contribuyeron a la mejor y más clara diferenciación de los distintos países de Europa; por supuesto, me refiero al Renacimiento humanista, al protestantismo (que culminó con la reforma religiosa) y a la revolución científica. Estos movimientos tuvieron más o menos éxito en distintas comunidades europeas, pero en general puede decirse que fueron

los países del hemisferio norte los que los adoptaron con menos problemas. En cambio, España siguió otro camino.

El Renacimiento humanista proclamaba que debían rescatarse los textos originales de la literatura clásica, el estilo arquitectónico, las artes, y en general toda la cultura helénica y romana. Tal postura traducía no sólo un cambio de gustos, sino una transformación mucho más profunda: los humanistas descartaban la idea medieval de que el mundo es un valle de lágrimas y la vida un breve y amargo paréntesis entre la nada y la gloria o la condena eterna, y en su lugar proponían que la tierra es un sitio maravilloso y que la vida debe estar dedicada a disfrutarla, al margen de lo que ocurra después de la muerte (si es que ocurre algo). El protestantismo surgió como una revuelta en contra de la corrupción en la Iglesia católica, apostólica y romana, y en poco tiempo se transformó en un reto a la autoridad absoluta de las Sagradas Escrituras, según la interpretación de los prelados en turno; la reforma de la Iglesia se basó en la relación directa del hombre con Dios, sin la mediación de otros hombres o de otras estructuras. La revolución científica empezó por eliminar a la Tierra del centro del universo y al hombre del centro de la creación; además, cuestionó la autoridad del dogma como la última corte de apelación de la verdad y en su lugar propuso a la naturaleza. En términos cronológicos, los tres movimientos mencionados (humanismo, reforma religiosa y revolución científica) se iniciaron en el brevísimo plazo de dos siglos (XVI a XVIII) pero crearon un parteaguas definitivo en la cultura europea.

En 1492 ocurrieron tres acontecimientos sin precedentes en España: 1) con la derrota de Boabdil y la toma de Granada, se concluyó la campaña guerrera iniciada siete siglos antes y conocida como la Reconquista; 2) con la expulsión de los judíos sefarditas los Reyes Católicos esperaban volver a tomar las riendas de la economía española; 3) pero con el encuentro con el Nuevo Mundo, España se enfrentó a una experiencia distinta, totalmente nueva y de dimensiones desconocidas. Asediada en tan poco tiempo por tantos y tan graves problemas, España tomó una decisión desafortunada: se opuso a cualquier forma de cambio en su sólida estructura medieval. Es cierto que no eran tiempos de andar probando nuevas ideas y valores para la sociedad, sobre todo después de haber logrado reconquistar los propios, al cabo de tantos años y de tanta sangre; también es cierto que en esos años España estaba tratando de reconstruir y de reafirmar su propia imagen como país. Por esas y quizá por otras razones, el hecho es que puesta ante la alternativa de explorar las nuevas ideas o de rechazarlas, España optó por la segunda, oponiéndose en forma sistemática y frecuentemente violenta a cualquier intento de disminuir el derecho divino de reyes y papas al poder, de dudar de la autoridad sacrosanta de las Sagradas Escrituras, o de concebir la vida como algo distinto a un viacrucis transitorio entre la

generación y el destino final y eterno. Éste fue el espíritu europeo que trajeron los conquistadores a la Nueva España, el que justificó sus actitudes brutalmente destructoras de las culturas indígenas, el que mantuvo a la revolución científica alejada no sólo de España sino de sus colonias americanas por casi tres siglos; este espíritu fue también el principal responsable de que México y el resto de Latinoamérica se hayan incorporado tan tardíamente al movimiento hacia la modernidad patrocinado por la ciencia, quedando integrados en consecuencia al Tercer Mundo.

Desde luego, otros factores han contribuido a consolidar este resultado. A partir de 1810, los países latinoamericanos fuimos adquiriendo nuestras respectivas independencias políticas de la Madre Patria, pero siempre a costos tan elevados que comprometieron por muchos años la paz, la estabilidad y los recursos necesarios para transformar los brillantes pero aislados episodios de trabajo científico que ocurrieron en América Latina, en una verdadera tradición. No ha sido sino hasta las últimas décadas (y eso no en todos los países latinoamericanos) que la tranquilidad social ha permitido el desarrollo de algunos grupos de investigadores en ciertas áreas de la ciencia, que apenas ahora se aprestan a iniciar su contribución al progreso y a la transformación cultural de nuestras sociedades.

Las anteriores son algunas de las razones por las que en las páginas siguientes hay tan pocas referencias a la América Latina



I . 2 . P L A T Ó N Y A R I S T Ó T E L E S

Aristóteles fue el primero en señalar que el estudio de las causas de los fenómenos se había iniciado con Tales de Mileto, de quien se sabe que estaba vivo en el año 585 a.C. El fenómeno general que Tales y otros filósofos presocráticos intentaban explicar era la existencia del cambio continuo en las apariencias frente a la preservación de la naturaleza; para ello propusieron que el mundo está formado por un sustrato invariante que adopta diferentes formas. Tales dijo que ese sustrato era el agua, Anaxímenes que era el aire, Anaximandro que era el *apeiron* o éter. En cambio, Platón inventó su teoría de las ideas, entes universales, perfectos y con existencia verdadera (objetiva), de las que los hechos y objetos reales y materiales no son sino ejemplos imperfectos. Además, Platón señaló que cuando adquirimos nuevos conocimientos, lo que realmente hacemos es aumentar nuestra comprensión de esas ideas: no se trata de conocimientos incorporados por medio de nuestros órganos de los sentidos (o sea, conocimientos de las apariencias), que Platón consideraba como engañosos e ilusorios, sino de acercarse más al mundo de las ideas por medio del intelecto, donde quiera que ese mundo se encuentre.

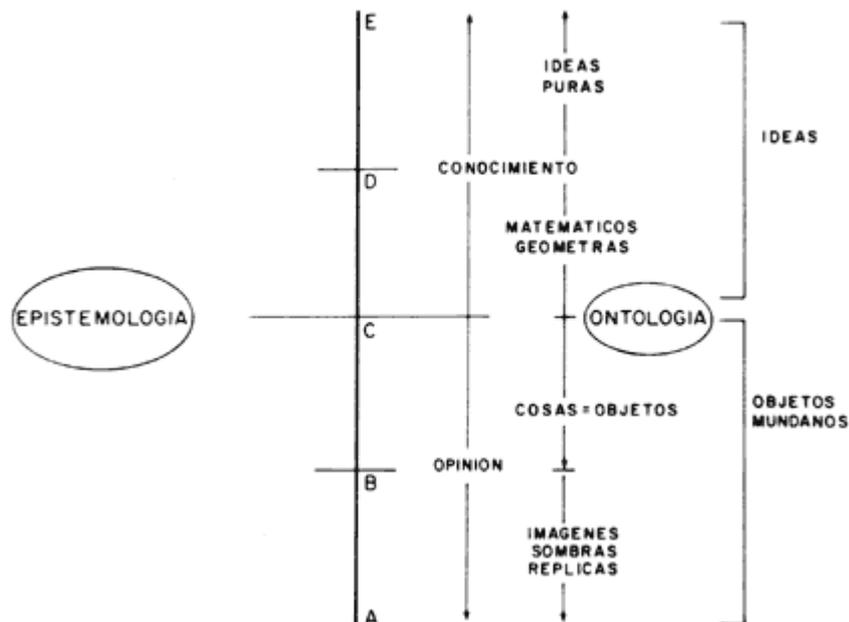


Platón (430?-347 a.C.)

Para alcanzar el conocimiento, Platón mostró varios procedimientos a lo largo de sus distintos diálogos. Por ejemplo, la fórmula para comprender la idea de la belleza se encuentra en el

Simposio, y consiste en empezar contemplando un objeto que todos consideren bello (el objeto que escogió Platón como ejemplo de algo que *todos* en su sociedad consideraban bello es interesante: un esclavo jovencito y hermoso), después se reúne un grupo de tales jovencitos y se trata de identificar el patrón común de su belleza, de ahí se pasa a examinar la belleza propia del proceso mismo de aprendizaje, después la del aumento en el conocimiento, de ahí la de la generalidad de las leyes, y así sucesivamente, hasta al final alcanzar la idea misma de la belleza. En cambio, en otro diálogo, el *Menon*, Platón (por medio de su representante Sócrates) sugiere que el conocimiento de las ideas es realmente un reconocimiento, en vista de que ya las conocíamos en alguna encarnación anterior, o sea que se propone la existencia de ideas o conocimientos *a priori*. Naturalmente, me refiero a la famosa conversación entre Sócrates y el esclavo, en que el filósofo (después de muchos trabajos) logra finalmente sacarle a su interlocutor un teorema matemático que nunca antes había aprendido o escuchado, generando al mismo tiempo la palabra *educación*, que viene del latín *educare*, que literalmente significa "sacar, extirpar".

Sin embargo, es en la *República* donde Platón (siempre disfrazado de Sócrates) presenta su concepto más desarrollado sobre la forma de ganar acceso al mundo de las ideas, y por lo tanto al conocimiento. Aquí su interlocutor es Glaucón, un hermano mayor de Platón y estudiante de filosofía, con el que Sócrates ensaya sus tres modelos clásicos, el sol, la línea y la cueva. Un breve resumen de los dos últimos nos servirá para examinar las diferencias entre el mundo sensible y el mundo inteligible, entre las meras opiniones y el conocimiento científico y filosófico, y entre los cuatro estados mentales designados por Platón como ilusión (*eikasia*), creencia (*pistis*), razón (*dianoia*) y pensamiento puro (*episteme*).



Las divisiones de la línea platónica

La línea vertical AE tiene una división mayor que la separa en dos mitades, AC y CE , cada una de ellas a su vez divididas en otras dos mitades: $AC = AB + BC$; $CE = CD + DE$. Pero la línea AE también separa dos compartimientos laterales, uno derecho (que es el lado ontológico) y otro izquierdo (que es el lado epistemológico). La división mayor de la línea AE separa, en el compartimiento derecho, un campo inferior (AC) que corresponde a la mera opinión o *doxa*, y un campo superior (CE) que es el del conocimiento o *episteme*. El campo inferior AC está a su vez formado por dos componentes, uno inferior (AB), constituido por imágenes o réplicas de los objetos reales, en forma de sombras, modelos o imágenes, y otro superior (BC), que es el de los objetos mismos. El campo superior CE también está integrado por dos espacios, uno inferior (CD) que corresponde al mundo de los matemáticos y geómetras, y otro superior (DE) en donde se encuentran las ideas. Para Platón, el ámbito del filósofo es el espacio DE , pero para alcanzarlo primero deben recorrerse las distancias AB , BC y CD : este último espacio (CD) siempre contó con el interés especial de Platón, pero al mismo tiempo postuló que no se trataba de un mundo perfecto, en vista de que sus deducciones provenían de postulados o axiomas primarios, o sea no justificados sino simplemente aceptados como verdades iniciales o incontestables. No importaba que los geómetras hicieran modelos (casi) perfectos de sus teoremas, o que los matemáticos presentaran pruebas (casi) inexpugnables de sus demostraciones; todas ellas estaban manchadas por el pecado

original de la falta de justificación racional de sus orígenes. Para pasar del espacio de los matemáticos y geómetras al mundo perfecto de las ideas (*DE*), Platón propuso un método, la *dialéctica*, que simplemente consiste en la discusión racional de la definición de un concepto entre individuos versados en el asunto, hasta que finalmente se llega a un consenso. Aunque esto puede decirse (y se ha dicho, sobre todo por Hegel) de varias maneras mucho más grandiosas y complicadas, en realidad eso es a lo que la dialéctica se reduce en última instancia.

El símil o modelo de la cueva es probablemente la alegoría más famosa en toda la historia de la filosofía occidental. Platón la introdujo para ampliar sus conceptos sobre las distintas formas o etapas del conocimiento, que ya había ilustrado con el esquema de la línea resumido arriba. Siempre por boca de Sócrates, dialogando con Glaucón, Platón describe su alegoría de la cueva como sigue:

—Te invito a que ahora consideres la cultura o la ignorancia de nuestra condición humana más o menos de la manera siguiente. Imagina una cámara subterránea como una cueva con una entrada ampliamente abierta a la luz del día y tan ancha como la misma cueva. En esta cueva viven prisioneros desde niños unos hombres, con las piernas y el cuello atados de tal forma que sólo pueden mirar de frente y sin voltear a los lados. Detrás, a cierta distancia y por arriba de ellos, arde una fogata, y entre el fuego y los prisioneros hay un camino elevado al que atraviesa una tapia, construida como las mamparas que los titiriteros colocan entre ellos y el público y por encima de las cuales exhiben a sus muñecos.

—Ya veo.

—Imagínate ahora que unos hombres transportan toda clase de utensilios por detrás de la tapia, proyectando por encima de ella figuras de hombres y animales hechas de madera y piedra y de otros tipos de materiales; como podría esperarse, algunos de estos hombres estarán hablando y otros no.

—Una imagen extraña y un tipo extraño de prisioneros.

—Son como nosotros —le dije— porque ¿piensas que serían capaces de ver alguna otra cosa aparte de las sombras proyectadas por el fuego en la pared de la caverna que tienen enfrente?

—¿Cómo podrían hacerlo si se les ha impedido que muevan la cabeza durante toda su vida?

—¿Y podrían ver algo más de los objetos que están siendo transportados por el camino?

—Naturalmente que no.

—Por lo tanto, si fueran capaces de hablar entre sí, ¿no supondrían que las sombras que ven son las cosas reales?

—Inevitablemente.

El diálogo entre Sócrates y Glaucón continúa con la descripción de lo que ocurre cuando uno de estos desdichados prisioneros se libera de sus cadenas y logra voltear la cabeza, mirar directamente a los cargadores y a sus objetos, contemplar el fuego, y hasta salir de la cueva y ver directamente la luz del sol. Pero ya no lo seguiremos en su viaje de liberación, ni tampoco en su regreso a la profundidad de la cueva, porque Platón ya nos ha presentado el concepto relevante a nuestro interés en estas páginas. No cabe duda que la cueva corresponde al segmento *AC* de la línea, o sea al mundo visible en general, el de la mera opinión (*doxa*), que posee un nivel inferior del conocimiento, caracterizado por Platón no como ignorante sino como inculto; en este segmento el hombre confunde a la realidad con sus sombras; en cambio, el mundo exterior, al que finalmente llega el prisionero que logró evadirse de la cueva, es el equivalente al segmento *CE* de la línea, o sea el mundo del verdadero saber, del conocimiento pleno y absoluto, o sea el mundo de las ideas. En este último compartimiento se alcanza, según Platón, la visión inteligible de la idea del bien.

En realidad, Platón veía con cierto desprecio el estudio de la realidad, de los fenómenos de la naturaleza. Lo que el filósofo debía hacer era intentar llegar al mundo de las ideas, en donde todo es perfección absoluta. De acuerdo con Cornford, Sócrates logró cambiar el rumbo de la filosofía de sus predecesores y contemporáneos, que hasta su tiempo estuvo orientada al estudio y la comprensión de la naturaleza, por un interés primario en el individuo y en su alma. Como veremos a lo largo de estas páginas, el racionalismo y el subjetivismo son las dos caras de la misma moneda, acuñada originalmente para la cultura occidental por Platón. Aristóteles, que fue su discípulo desde los 17 años de edad, inició sus trabajos bajo la influencia de la teoría de las ideas pero posteriormente se apartó de ella; incluso se ha dicho que buena parte de sus escritos tienen como objetivo combatir esa teoría, aunque Dühring insiste en que Aristóteles nunca se libró de la influencia de Platón. Aristóteles contribuyó de manera enorme a la teoría del conocimiento, no sólo por sus escritos sino por su influencia en los pensadores medievales, para quienes su opinión sirvió casi siempre de punto de partida y no pocas veces de árbitro de la verdad. Para nuestro objetivo, conviene resumir las principales ideas aristotélicas sobre el método científico en las siguientes cuatro: 1) teoría del silogismo; 2) teoría de las definiciones; 3) el método inductivo-deductivo; 4) teoría de la causalidad.

1) *Teoría del silogismo.* De acuerdo con Aristóteles, los mismos principios generales de razonamiento rigen en todas las ciencias, entre las que incluía la política, la ética y la estética. Estos principios, que aparecen por primera vez en la *Primera analítica*, fueron inventados por Aristóteles y se refieren a las distintas formas que pueden tomar las proposiciones y a cuáles son válidas o inválidas. Como todos sabemos, los silogismos consisten de dos premisas y una conclusión, unidas en forma de inferencia o de implicación; así, el más famoso de todos los silogismos se puede expresar de las siguientes dos maneras:

<i>Inferencia</i>	<i>Implicación</i>
Todos los hombres son mortales.	Si todos los hombres son mortales.
Sócrates es un hombre.	y Sócrates es un hombre,
Por lo tanto, Sócrates es mortal.	entonces Sócrates es mortal.

Éste no es el sitio para repasar la compleja estructura de los diferentes silogismos, sino para señalar que se trata de instrumentos poderosos para examinar el razonamiento científico; no nos dicen nada, ni están diseñados para hacerlo, sobre el contenido de verdad de las premisas, sino que se trata de simples reglas de lógica para usarse una vez que las premisas se han alcanzado. Para esto último Aristóteles propuso su teoría de las definiciones o de la esencia.



Aristóteles (384-322 a.C.), según una representación medieval del siglo XIII en la catedral de Chartres

2) *Teoría de las definiciones.* En los *Tópicos*, Aristóteles incluye su doctrina de las cinco formas como un predicado puede relacionarse con el sujeto, de las que dos son "convertibles", la definición o esencia y la propiedad; una no es "convertible", el accidente; y las otras dos son el género y la especie. Lo mismo que Platón, Aristóteles pensaba que la más importante función del filósofo era la búsqueda de las definiciones correctas de las cosas, o sean conceptos o universales. Esto requería, en primer lugar, la determinación de su género y de su especie, porque de ellos dependen las cualidades o atributos necesarios y suficientes para que algo sea una cosa del tipo o clase a la que pertenece, o sea que de ellos depende su esencia. Este aspecto de la filosofía de Aristóteles es tan importante que algunos autores (como Popper) lo caracterizan como *esencialismo*, debido a que cuando conocemos la esencia de algo podemos deducir, a partir de ella, sus propiedades específicas. Según Aristóteles, una propiedad real de un objeto es algo que no revela su esencia pero que pertenece exclusivamente a ella y es convertible con ella; por ejemplo, Aristóteles dice que una propiedad del hombre es ser capaz de aprender gramática, porque si un ser vivo es un hombre, es capaz de aprender gramática, y si un organismo vivo es capaz de aprender gramática, es un hombre.

El esencialismo es interesante porque sugiere ya una posible estructura del método científico aristotélico: basta establecer la esencia de los fenómenos que nos interesan y a partir de ella deducir sus propiedades, tal como se hace en geometría, en donde funciona muy bien. Por ejemplo, si definimos al círculo como una figura plana (éste sería su género) en donde todos los puntos de la figura son equidistantes a un punto fijo (ésta sería su especie), tal propiedad sería automáticamente su esencia, que al mismo tiempo es convertible con el objeto, o sea el círculo. Pero el propio Aristóteles vio que este sistema no era satisfactorio en vista de que existen otros atributos de las cosas, los llamados *accidentes*, que no pueden derivarse de su esencia; por ejemplo, aunque la esencia del hombre es que es un animal racional (la definición es del propio Aristóteles) de ahí no puede derivarse si es alto, chaparro, flaco, gordo, bueno, malo, etc. De hecho, el descubrimiento de la esencia de las cosas no puede ser un proceso puramente lógico y mental, sino que requiere tomarlas en cuenta, examinarlas y sujetarse a los resultados del examen. En sus propias palabras:

Debemos dirigir nuestra investigación a la búsqueda de un grupo de cosas que sean semejantes en el sentido de ser específicamente indiferentes, y preguntarnos qué es lo que

tienen en común; después debemos hacer lo mismo con otro grupo dentro del mismo género y perteneciente a la misma especie dentro del grupo, pero a otra especie distinta de la del primer conjunto. Una vez que hayamos descubierto para este segundo grupo qué es lo que sus miembros tienen en común, y de manera semejante en varios otros grupos, debemos considerar de nuevo si las características comunes que hemos establecido tienen algún aspecto que es propio de todas las cosas examinadas, hasta que alcancemos una sola expresión. Esta será la definición requerida.

Ésta es una de las primeras formulaciones de la inducción, o sea de la operación lógica que va de lo particular a lo general, que representa un salto hacia adelante en el conocimiento, un enriquecimiento repentino de la información derivada del examen de instancias particulares, un verdadero descubrimiento. Aristóteles está postulando varias cosas al mismo tiempo, está resolviendo a su manera una serie de problemas que volverán a aparecer en la historia del pensamiento humano una y otra vez, y que todavía hoy están con nosotros: en primer lugar, señala la participación importante de las percepciones sensoriales en la recolección de datos; en segundo lugar, supone que la mente tiene la capacidad de reconocer y aislar semejanzas entre objetos diferentes; en tercer lugar, que por medio de tales semejanzas se pueden construir clases distintas, como géneros y especies. Pero sobre todo, Aristóteles está proponiendo el método científico inductivo-deductivo.

3) *El método inductivo-deductivo.* Aristóteles ilustra este método por medio del análisis de un eclipse lunar: el científico primero observa el oscurecimiento progresivo de la superficie lunar, y a partir de ésta y otras observaciones induce varios principios generales, que son que la luz viaja en línea recta, que los cuerpos opacos producen sombra, y que cierta situación de dos cuerpos opacos cerca de un objeto luminoso resulta en que la sombra de uno de ellos se proyecta en el otro. De estos principios generales, y del hecho de que la Tierra y la Luna son cuerpos opacos, se deduce el mecanismo de producción del eclipse; en otras palabras, ha progresado del hecho de que la Luna se ha oscurecido a la comprensión del fenómeno.

De acuerdo con Aristóteles, los objetos individuales resultan de la unión de dos componentes: materia y forma. La materia les confiere especificidad individual mientras que la forma los hace miembros de una clase de objetos similares. Las generalizaciones acerca de la forma son las que se realizan por inducción, a partir de experiencias sensoriales. Aristóteles describe dos tipos de inducción, por enumeración simple y por intuición: la primera es aquella en la que una serie de proposiciones sobre objetos o eventos se toma como base para una generalización acerca de la

especie de que son miembros, razón por la cual las premisas y la conclusión contienen los mismos términos descriptivos. Un ejemplo muy conocido es:

El cuervo 1 es negro

El cuervo 2 es negro

El cuervo 3 es negro

Todos los cuervos son
negros

En cambio, la inducción intuitiva consiste en la apreciación directa, muchas veces repentina, de lo que es esencial en un conjunto de datos sensoriales; el ejemplo que da Aristóteles es el de un observador que en varias ocasiones nota que el lado brillante de la Luna es el que mira hacia el Sol y de pronto se da cuenta de que la Luna brilla *porque* refleja la luz del Sol. Aristóteles señala que este tipo de intuición sólo se desarrolla después de una experiencia extensa, que los observadores experimentados ven con mayor penetración, o son capaces de percibir más, en uno o un grupo de objetos o fenómenos, que los que apenas se inician en esas tareas.

A pesar de la importancia (tanto positiva como negativa) que la inducción iba a adquirir en la evolución histórica del concepto del método científico, Aristóteles sólo la menciona para resolver el problema planteado por su interés en la posesión de la esencia de las cosas: en realidad, la inducción es un producto colateral y no muy importante del esencialismo aristotélico, y sirve para llegar a la posición en la que el científico está listo para generar nuevos conocimientos. En efecto, es cuando las generalizaciones alcanzadas por medio de la inducción se usan como premisas para la explicación de las observaciones iniciales, cuando realmente avanza el conocimiento. El proceso lógico responsable de este portento es la *deducción*, la operación mental inversa de la inducción, o sea donde se va de lo general a lo particular. Aristóteles insistió en que sólo existe *una* forma general válida de deducción en la ciencia cuando la conclusión es que una clase de objetos o sucesos se incluye en otra, o se excluye de otra, ambas total o parcialmente. En forma semiesquemática, si *A* y *B* representan las dos clases mencionadas, las únicas deducciones válidas entre ellas son las siguientes cuatro:

<i>Deducción</i>	<i>Relación</i>
Todos los <i>A</i> son <i>B</i>	<i>A</i> totalmente incluido en <i>B</i>
Ningún <i>A</i> es <i>B</i>	<i>A</i> totalmente excluido de <i>B</i>
Algunos <i>A</i> son <i>B</i>	<i>A</i> parcialmente incluido en <i>B</i>
Algunos <i>A</i> no son <i>B</i>	<i>A</i> parcialmente excluido de <i>B</i>

Sin embargo, la deducción más importante de estas cuatro es la primera, en vista de que la esencia de ciertas clases tiene relaciones especiales con la de otras clases, lo que se traduce en deducciones del tipo "Todos los *A* son *B*". Por esto mismo, el prototipo de la deducción científica es el silogismo *Barbara*, que en forma esquemática corresponde a

Todos los <i>A</i> son	
<i>B</i>	
Todos los <i>C</i> son	
<i>A</i>	
<hr/>	
Todos los <i>C</i> son	
<i>B</i>	

Aristóteles señaló cuatro requerimientos empíricos (o sea, no lógicos) a las premisas de cualquiera deducción con pretensiones de calificar como explicación científica. Primero, que deberían ser ciertas; segundo, que deberían ser indemostrables; tercero, que deberían ser mejor conocidas que la conclusión; y cuarto, que deberían ser causas de los atributos mencionados en la conclusión. Lo que primero llama la atención de estos requerimientos es que las premisas deban ser indemostrables, pues parece contradictorio con el papel previamente aceptado de la inducción como un mecanismo para alcanzar generalizaciones. Pero lo que preocupaba a Aristóteles (según sus comentaristas) era que la única forma de evitar regresiones infinitas en las explicaciones científicas era postular la existencia de *algunos* principios indemostrables en cada una de las ciencias; por lo tanto, no todo el conocimiento acumulado en cada ciencia es demostrable. Aristóteles especificó que esta propiedad la exhibían las leyes científicas más generales, así como las definiciones de los significados de los atributos

propios de cada ciencia. Pero este requerimiento de indemostrabilidad de las premisas de las deducciones científicas no es el que llama más la atención de los cuatro mencionados, sino el de su relación causal con los atributos de la conclusión. Aristóteles reconoció que entre las premisas y la conclusión se podían dar dos tipos de correlaciones, causales y accidentales; para distinguirlas, propuso que en las correlaciones causales el atributo ocurre en todos y cada uno de los miembros de la clase incluida en la conclusión, se trata de una propiedad específica y no de un efecto colateral de otros atributos, y pertenece a la esencia del sujeto. Éste es uno de los varios talones de Aquiles del esquema científico aristotélico, especialmente porque no se especifican las características propias de la *esencia*. Aristóteles apuntó que "animal" es un predicado esencial de "hombre", pero desgraciadamente agregó "musical" como ejemplo de un predicado no esencial; de mayor trascendencia, una cosa es dar ejemplos de predicados esenciales y accidentales (que fue lo que hizo) y otra es estipular los criterios generales y específicos para hacer tales distinciones (que fue lo que no hizo).

4) *Teoría de la causalidad*. Debido a la enorme influencia que tuvo (y todavía tiene) en los diferentes conceptos del método científico a través de la historia, conviene resumir muy brevemente las ideas aristotélicas sobre la causalidad. Lo primero que debe mencionarse es que Aristóteles tenía una noción de causa más amplia y generosa que la contemporánea; en nuestro tiempo, la causa es algo (cosa o proceso) que hace que otro algo (también cosa o proceso) ocurra, mientras que para Aristóteles ésta era solamente parte de una historia mucho más compleja y elaborada. Para explicar la existencia o la naturaleza de cualquier cosa, era indispensable especificar *cuatro* tipos diferentes de causas: materiales, eficientes, formales y finales. Las causas materiales y eficientes son obvias, sobre todo cuando se sigue el ejemplo aristotélico de una estatua (material = mármol; eficiente = la idea de la estatua en la mente del artista), mientras que las causas formales y finales son menos aparentes y requieren cierta clarificación. Las causas formales se refieren a la esencia de los objetos, a su forma (impuesta en la *hylé* o sustrato esencial de las cosas), o a la unión misma entre la *hylé* y su forma sobrepuesta, que no era necesariamente una morfología específica sino que podía ser también una temperatura, un color o una textura diferentes. Las causas finales son algo aparte, que todos nosotros conocemos muy bien pero que formalmente tratamos de evitar. Aristóteles las caracterizó como la actualización de propiedades potenciales, lo que hoy nadie podría rechazar en principio, especialmente si aceptamos que todos los organismos biológicos contenemos un programa que define y delimita, en términos genéricos y quizá no importantes a nivel individual, pero definitivos entre poblaciones distintas, no sólo lo que somos sino también todo lo que podemos llegar a ser. Aristóteles pensaba que

las cosas ocurren en parte porque la causa final (el *telos*) así lo proyecta y lo exige, o sea que el futuro (que de alguna manera ya existe, no sólo hoy sino desde siempre) determina el pasado y el presente. Ésta es la premisa fundamental de la teleología, una forma de "explicación" de la existencia y desarrollo de los fenómenos naturales que tuvo gran popularidad entre los comentaristas medievales de Aristóteles, entre los opositores de la "nueva ciencia" en el Renacimiento, entre los partidarios de la *Natur-Philosophie*, en el siglo *XIX* y que desde siempre ha sido una de las piedras de toque de los animistas o vitalistas, así como uno de los enemigos que han tratado de derrotar los deterministas o mecanicistas. Con la primera mención de esta contienda, mucho más ideológica y emocional que objetiva y racional, y que volveremos a encontrar varias veces en estas páginas, conviene terminar nuestro examen de algunas de las ideas más relevantes al método científico de los sistemas filosóficos de Platón y Aristóteles, también conocidos como antiguos. Espero que en el resto de este volumen quede claro que lo antiguo no es sinónimo ni de primitivo ni de equivocado. Como veremos, Platón y Aristóteles se hicieron (en el lenguaje y con los intereses de su tiempo) muchas de las preguntas más importantes que todavía hoy nos planteamos, basados en poquísima información objetiva sobre el mundo real, sus respuestas fueron magníficas en su generalidad y todavía hoy, 25 siglos después de haber sido propuestas, se siguen discutiendo y, como resultado natural de ese debate continuo, siguen siendo aceptadas por unos y discutidas por otros.



Tengo plena conciencia de que resumir las principales ideas de Platón y de Aristóteles sobre el método científico en unas cuantas páginas sólo puede hacerse como yo acabo de hacerlo, o sea cometiendo no una sino toda una letanía de injusticias y omisiones. Me conforta un poco el hecho de que en este volumen realmente nunca estaremos muy lejos de ellos; alguna vez Whitehead, el famoso matemático y metafísico inglés de la primera mitad de este siglo, dijo que toda la filosofía occidental no era más que un pie de página de los textos de Platón. De manera mucho menos grandiosa y elegante, lo que yo estoy diciendo es que Platón y Aristóteles se refirieron a problemas que todavía no hemos resuelto y que (como todos los problemas verdaderamente filosóficos) probablemente no tienen solución. En este sentido, la filosofía ha sido caracterizada como la disciplina académica más apta para identificar y definir sus problemas, y al mismo tiempo la más impotente para resolverlos; en la misma vena, también se ha dicho que la filosofía es el basurero de los problemas insolubles del hombre. Siempre he considerado que esta última opinión es muy optimista, porque supone la existencia de otros problemas que el hombre sí puede resolver.

En lo que sigue voy a intentar llenar el espacio histórico de 20 siglos que separa a Aristóteles (siglo III a.C.) de Vesalio (siglo XCII d.C.), en unos cuantos párrafos. Como nuestro interés específico es la historia del método científico, podemos relajarnos; en este tema concreto se agregó muy poco a Aristóteles durante toda la Edad Media. Pero en este largo periodo los médicos contribuyeron de manera sustancial al examen de la ciencia aristotélica y a los escasos avances que se registraron en ella, de modo que considero razonablemente justificado referirme de manera casi exclusiva a colegas galenos en lo que resta de este capítulo. No se trata de un sesgo explicable por afinidades profesionales; es que desde siempre y por su propia naturaleza (basada en el sufrimiento humano) la medicina ha dejado de pisar la tierra con menos frecuencia que otras clases y variedades del conocimiento y de la fantasía del hombre, No que los médicos no hayamos contribuido con generosidad (y a voces egregiamente) al inmenso panteón donde descansan todas las ideas peregrinas, las teorías fantásticas y las creaciones más absurdas que ha producido el intelecto humano; temo que en este renglón, toda la medicina (antigua, medieval y contemporánea) sea un competidor fuerte y no fácil de vencer. Pero como entre sus contrincantes se encuentran la filosofía, la política, la historia, la economía y otras más de las llamadas ciencias sociales, la medicina no tiene otra cosa que hacer que aceptar la obvia superioridad de tales

disciplinas académicas en el delicioso campo de lo absurdo y retirarse a la penumbra y al casi anonimato de la segunda fuerza.

En el siglo III a.C., Crisipo bosquejó lo que se conoce como "silogismos hipotéticos", en contraposición con los ya mencionados "silogismos categóricos" de Aristóteles. Crisipo reconoció los siguientes cinco tipos:

1) Si p implica q , y p es cierta, entonces q es cierta. (Este silogismo se conoció en la Edad Media como *modus ponens*.)

2) Si p implica q , y q es falsa, entonces p es falsa. (Éste es el famoso silogismo bautizado como *modus tollens*, que Popper ha patrocinado tanto en nuestro siglo.) [Véase capítulo VII].

3) Si p y q juntas son falsas, pero p sola es cierta, entonces q es falsa (o si q es cierta, p es falsa).

4) Si p o q son ciertas individualmente, pero no ambas, y p es cierta, entonces q es falsa.

5) Si p o q son ciertas individualmente, pero no ambas, y p es falsa, entonces q es cierta.

De todos estos agregados, los tres más importantes en la historia del método científico son el 1 (*modus ponens*), el 2 (*modus tollens*), y otro no señalado arriba, que se conoce en medios filosóficos como la "falacia de afirmar la consecuencia", y que se enuncia como:

Si p implica q , y q es cierto, entonces p también es cierto.

Este silogismo hipotético es de gran trascendencia en la filosofía de la ciencia, porque se refiere a algo que será de capital importancia cuando tratemos el falsacionismo de Popper (véase capítulo VII), y es que los datos acumulados en favor de una hipótesis *no* pueden demostrar que la hipótesis es válida; también vale la pena decir que *modus tollens* significa "forma de eliminar".

Ya es tiempo de que empecemos a mencionar a los médicos medievales, y a nadie debe sorprender que nuestro primer galeno sea precisamente Galeno de Pérgamo, quien en el prólogo de su *Techné o Arte de la medicina* distingue tres doctrinas o formas de enseñar las ciencias médicas, resolución, composición y definición, como sigue:

En todas las formas de enseñanza que siguen un orden definido hay tres modos de proceder. Uno es el que sigue el

camino de la *conversión y resolución*; en éste se fija en la mente el objeto al que se aspira, y del que se desea un conocimiento científico, como la meta que debe satisfacerse. Entonces se examina lo que lo rodea más de cerca, incluyendo los elementos sin los cuales no podría existir, y esta tarea no se termina hasta que se alcanzan los principios que la satisfacen.... El segundo sigue el camino de la *composición*, y es el opuesto al primero. En él se empieza con los datos obtenidos por resolución y se regresa a las mismas cosas resueltas, para reunir las otra vez (*componere*) en su propio orden, *hasta* que se llega a la última de ellas... Y el tercero procede a analizar la *definición*.

Las primeras doctrinas habían sido identificadas por un comentarista árabe de Galeno, Alí ben Abbas (ca. 994), con las dos clases aristotélicas de demostración, la que procede de los efectos a las causas, la *demonstratio quia* y la que va de las causas a los efectos, la *demonstratio propter quid*. Sin embargo, esta división se confundió con la que hizo el famoso Averroes en su comentario sobre la Física de Aristóteles en no dos sino tres clases de demostraciones, que eran la *demonstratio simpliciter* o de causa y ser (como en las matemáticas, en donde las causas son primarias tanto para nosotros como para el orden de la naturaleza), la *propter quid* o de causa (como en las ciencias naturales, donde se empieza con lo que es primario para la naturaleza pero no para nosotros), y la del *esse* o del signo, en que se empieza con efectos para llegar a las causas. Por lo tanto, la distinción entre los dos procedimientos, el que va de los efectos a las causas y el que va en dirección opuesta, son aristotélicos; es a partir de Galeno, y posteriormente con Cicerón y Boecio, que tales procedimientos se denominan resolutivo y compositivo, respectivamente.

Pedro de Abano, en su *Conciliator differentiarum philosophorum, et praecipue medicorum*, escrito en 1310, al discutir el problema de si la medicina es o no una ciencia, dice que la palabra "ciencia" se usa de dos maneras distintas:

... cuando pensamos que conocemos la causa por la que el hecho existe, o sea la causa de ese hecho, y que no podría ser de otra manera... este tipo de ciencia se debe a la demostración *propter quid* o a lo que Galeno llamó *doctrina compositiva*. Pero hay un segundo sentido de ciencia que también es correcto, y que ciertamente puede decirse que para nosotros es el más correcto, ya que para nosotros la forma natural es proceder de lo que nos es más conocido y cierto, a lo que es más cognoscible en el orden de la naturaleza. Cuando, en casos donde los efectos dependen de sus causas por un orden esencial de prioridad, llegamos por un camino opuesto a la causa que buscamos... adquirimos

conocimientos por medio de la demostración *quia*, o lo que se llama la *doctrina resolutive*.

Lo que Pedro de Abano está haciendo en este texto es señalar la existencia de dos ciencias diferentes, basado en la teoría científica aristotélica. La ciencia se describe como el conocimiento demostrativo de las cosas a partir de sus causas; su instrumento principal es el silogismo demostrativo, que establece la relación entre causa y efecto. El problema de construir tales silogismos es lograr que sirvan como los términos medios de las demostraciones. Abano establece una clara distinción entre dos clases de pruebas científicas: la de los efectos derivadas de sus causas, y la de las causas identificadas por sus efectos.

De acuerdo con Randall, la transformación de la prueba demostrativa de las causas en un método de descubrimiento fue la contribución principal a la filosofía de la ciencia de la Escuela de Padua. Otro médico, Jacobo de Forli, profesor de medicina y después de Filosofía natural en Padua, adoptó en 1475 la división de las demostraciones en compositiva y resolutive, pero agregó a esta última un análisis sorprendentemente moderno, en donde se encuentran ya los gérmenes del reduccionismo. En su libro *Super Tegni Galeni*, dice:

La demostración resolutive es de dos *tipos*, natural o real, y lógica. La resolución real aunque frecuentemente confundida, no es otra cosa que la separación de una cosa en sus partes componentes. En cambio, la resolución lógica se llama así metafóricamente, y la metáfora se origina de la manera siguiente: como cuando algo compuesto se resuelve, sus partes se separan entre sí de modo que cada una se mantiene aislada en su simple ser, también de esa manera cuando se hace una resolución lógica de una cosa que al principio se veía en forma confusa ahora se observa con precisión de modo que las partes y causas en contacto con su esencia se aprecian con claridad. Así, si cuando se tiene una fiebre lo primero que se percibe es el concepto de fiebre, ésta sólo se comprende de manera general y confusa; si a continuación la fiebre se *resuelve* en sus causas (ya que todas las fiebres provienen del calentamiento de los humores, de los espíritus o de los miembros, y a su vez el calentamiento de los humores puede ser de la sangre, de la flema, etc.), hasta que se alcanza la causa específica y única, y con ella el conocimiento, de esa fiebre.

Otro médico italiano del siglo xv Hugo de Siena, quien fuera profesor de medicina en Padua, Ferrara y Parma, se basa en Galeno cuando define la doctrina como la exposición de todo lo que es demostrable (*manifestatio demonstrabilis*) y que consta de dos modos distintos, resolución y composición; en las ciencias

completas, como la física y la medicina, es imposible usar solamente uno:

...porque en el conocimiento de las causas usamos la demostración *quia*, mientras que en el conocimiento científico de los efectos usamos la demostración *propter quid*. Se acepta que ambos procedimientos son necesarios, así como la explicación de muchas definiciones.

En su libro *Expositio Ugonis Semensis super libros Tegni Galieni*, publicado en 1498, Hugo se rehúsa a separar los dos procedimientos, *inventio* y *notificatio*, descubrimiento y documentación, de las consecuencias. En este texto señala:

... veo en el descubrimiento científico de los efectos por medio de su causa un doble procedimiento, y lo mismo en el descubrimiento científico de los efectos a través de su causa. El primero consiste en establecer el término medio o causa, el segundo es determinar sus efectos o consecuencias. Y el proceso del descubrimiento en el caso de la demostración de causas es resolutivo, mientras que en la determinación de sus consecuencias es compositivo... En la demostración a partir de los efectos, ocurre exactamente de manera inversa.

Con esto, resulta claro que Hugo de Siena se rehúsa a separar los dos procedimientos; tanto la *inventio* o descubrimiento, como la *notificatio* o sus consecuencias forman partes sucesivas del método que debe emplearse. En otras palabras, tanto el descubrimiento como las pruebas a la que se le somete son esenciales para el método científico.

Muchos otros autores de esos tiempos, como Pablo de Venecia, Agostino Nifo Pedro Pomponazzi, Bernardo Tomitanus y otros más, contribuyeron con comentarios más o menos afortunados y agudos a redefinir, completar y adornar la herencia filosófica que la Antigüedad y la Edad Media ofrecieron a los renacentistas como sólida base para su despertar. La inmensa riqueza de la filosofía de la ciencia acumulada por el mundo occidental a través de más de 25 siglos ha sido interpretada de dos maneras muy distintas: por un lado, como la indispensable limpieza del territorio que precede a los avances verdaderos; por el otro lado, como el prolegómeno histórico necesario a cualquier movimiento intelectual novedoso, que por definición lo incluye íntegro en sus nuevas e iconoclastas dimensiones. En otras palabras, la historia concebida como un catálogo en *decrecendo* de errores, o como la acumulación progresiva de experiencias cada vez más positivas.

Con humildad e incertidumbre, me atrevo a sugerir que la historia, el devenir de los hechos a través del tiempo, no solamente incluye en su amplio y generoso regazo todos nuestros numerosos errores

y nuestros escasos logros, sino que además abarca la totalidad de nuestros sueños, ilusiones, esfuerzos y trabajos que finalmente no produjeron nada, ni siquiera un pensamiento absurdo o un error rescatable. Esta historia, la del error y la estupidez humana, se ha estado escribiendo con todo detalle desde tiempo inmemorial, pero temo que nunca será contada, ni siquiera en sus aspectos más generales. Es cierto que los seres humanos estamos, en promedio, mucho más cerca de las bestias que de los ángeles, aunque yo nunca he podido resolver si, al final de cuentas, esto nos favorece o nos disminuye.

Para cerrar esta encuesta histórica del método científico en la Edad Media, voy a concentrarme en el pensamiento de Jacobo Zabarella (1533-1589), el último de los filósofos de Padua. Con sabiduría que hoy podríamos aceptar como profética, Zabarella consideró a la lógica no como una ciencia sino como un instrumento, como un método cuya definición es idéntica a la de un silogismo. De hecho, Zabarella dice:

Todo el contenido de la lógica es de nociones secundarias, que son nuestro propio trabajo y puede ser o no ser, de acuerdo con nuestra voluntad. Por lo tanto, se trata de cosas contingentes y no necesarias, y por lo mismo no pertenecen a la ciencia, que solamente trata de cosas necesarias.

Es interesante que Zabarella viera con claridad las diferencias entre la lógica y la ciencia, que posteriormente se obliteraron, generando muchos y muy graves problemas filosóficos, algunos de los cuales todavía vivimos hoy. Como veremos en el capítulo III, el principal responsable de este problema fue David Hume, el famoso filósofo escocés del siglo XVIII, con su explicable pero funesta incapacidad para distinguir entre la lógica y la realidad. Precediendo a Hume por dos siglos, Zabarella señaló lo siguiente:

Porque todo progreso científico que va de lo conocido a lo desconocido viaja de causa a efecto o de efecto a causa. El primero es el método demostrativo, el segundo es el método resolutivo; no existe ningún otro método que genere conocimiento cierto de las cosas.

Randall señala que la originalidad de Zabarella consiste en establecer una clara diferencia entre la observación no planeada, accidental u ordinaria, y la verdadera experiencia científica. Los autores clásicos se basaron en la colección indiscriminada de datos, mientras que Zabarella insistió en que la experiencia debe ser rigurosamente analizada, con objeto de descubrir el "principio" que la explica, la estructura universal que la subtiende. Con este conocimiento estaremos ya en condición de deducir correctamente los hechos asociados con la causa. Por lo tanto, el método científico se inicia con el análisis preciso de unos cuantos ejemplos

selectos de un principio general, sigue con el enunciado de tal principio, y de ahí procede a predecir y explicar una serie ordenada de hechos, o sea constituir lo que conocemos como una ciencia formal.

Quizá uno de los aspectos más positivos de Zabarella, que posteriormente se perdió y que hoy parece estarse recuperando, es su desinterés en que los principios de las ciencias naturales se expresaran matemáticamente. De hecho, casi todos sus ejemplos están tomados de los estudios biológicos de Aristóteles. La matematización de la ciencia fue el resultado del Renacimiento de la tradición mística pitagórica y del platonismo en el siglo XVII, cuyo mejor representante fue Kepler. La primera edición de los tratados matemáticos de Arquímedes en latín la publicó Tartaglia en 1543, y tuvo una influencia definitiva en la predominante tendencia matemática de la revolución científica en el siglo XVII. Según Randall:

La ciencia es un cuerpo de demostraciones matemáticas cuyos principios se descubren resolviendo instancias experimentales aisladas. Este es el método conocido por Euclides y Arquímedes como una combinación de "análisis" y "síntesis", y por los filósofos de Padua y por Galileo como "resolución" y "composición". Es tradicional y aristotélico porque considera la estructura de la ciencia como dialéctica y deductiva, y porque incluye a todas las verificaciones y demostraciones dentro de un sistema lógico de ideas. Ha alterado el esquema aristotélico medieval haciendo matemáticos los principios de la demostración, y al empirismo escolástico le ha agregado la insistencia en que el descubrimiento no es nada más observación y generalización, no nada más abstracción de experiencias comunes, sino que representa el análisis matemático preciso y cuidadoso de una experiencia científica —lo que la tradición médica de Padua llamó "resolución" y lo que Arquímedes bautizó como "análisis".

Sin embargo, esta postura curiosamente medieval de Randall sobre la ciencia ha encontrado gran oposición, no sólo en el propio siglo XVII al que se refiere sino incluso en la época contemporánea. En las páginas que siguen se registran y resumen otras ideas filosóficas sobre la naturaleza y existencia del método científico.

II. LOS CIENTÍFICOS DE LA REVOLUCIÓN CIENTÍFICA: VESALIO, GALILEO, HARVEY, NEWTON, HOOKE Y LEIBNIZ

- I.1 INTRODUCCIÓN
- II.2. ANDRÉS VESALIO
- II.3. GALILEO GALILEI
- II.4. WILLIAM HARVEY
- II.5. ISAAC NEWTON
- II.6. ROBERT HOOKE
- II.7. GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ

I I . 1 I N T R O D U C C I Ó N

EL TÉRMINO "revolución científica" nos dice Cohen, ha sido usado desde hace mucho tiempo pero no siempre con el mismo significado que hoy se le asigna de manera general. Este último se debe al impacto de tres libros famosos: *Los orígenes de la ciencia moderna*, de Herbert Butterfield, publicado por primera vez en 1949, *La revolución científica*, de A. Rupert Hall, de 1954, y *La estructura de las revoluciones científicas*, de Thomas S. Kuhn, de 1962. Los dos primeros se refieren a la revolución científica, mientras que Kuhn, como veremos posteriormente (véase capítulo VIII), considera varios o muchos episodios dentro de la ciencia misma. Cohen escribe:

Frecuentemente se ha dicho que fue Herbert Butterfield quien introdujo la expresión "la revolución científica" en el discurso histórico. Cuando una vez lo interrogué sobre este punto, Butterfield —quien desde tiempo atrás estaba interesado en la historiografía— me contestó que tenía plena conciencia de su papel en la popularidad del término, pero que no podía reclamar que fuera un invento original... De todos modos, Butterfield fue el principal responsable de que la revolución científica se transformara en un tema central en la mente de cada lector.

Para Butterfield el concepto de la revolución científica es el de la transformación de la sociedad occidental de medieval en moderna, iniciada en el siglo XVII y que actualmente sigue ocurriendo. Esta transformación ha sido el resultado de la emergencia de una nueva actitud hacia la naturaleza, de un nuevo pensamiento científico. Butterfield escribió:

En un tiempo los efectos de la revolución científica y los cambios contemporáneos con ella se enmascararon por la persistencia de nuestra educación y nuestras tradiciones clásicas, que por ejemplo todavía en el siglo XVIII decidieron gran parte del carácter de Francia e Inglaterra. En otra época estos efectos se ocultaron en el apego popular a la religión que ayudó a formar el carácter de este país hasta en el siglo XIX. La fuerza de nuestra convicción de que la nuestra era una civilización greco-romana —la manera como permitimos a los historiadores del arte y a los filólogos que nos convencieran de que esto que llamamos "el mundo moderno" era producto del Renacimiento— ayudó a ocultar la naturaleza radical de los cambios que habían ocurrido y de las colosales posibilidades encerradas en las semillas

sembradas en el siglo XVIII. De hecho, este siglo XVII no nada más trajo un nuevo factor a la historia, como frecuentemente se supone, uno más que debe agregarse, por así decirlo, a los demás factores permanentes. Este nuevo factor inmediatamente empezó a empujar a los otros, desplazándolos de su posición central. Es más, de inmediato empezó a intentar controlar a los demás, tal como los apóstoles del nuevo movimiento desde el principio habían declarado que era su intención. El resultado fue la emergencia de un tipo de civilización occidental que cuando se transmitió al Japón operó sobre sus tradiciones allá tal como actúa sobre nuestras tradiciones aquí —disolviéndolas y prestando atención exclusiva a un futuro de mundos nuevos bravíos. Es una civilización que podía separarse de la herencia grecoromana en general y alejarse del mismo cristianismo— con plena confianza en su poder para existir independiente de ese tipo de estructuras. Ahora sabemos que lo que estaba surgiendo al final del siglo XVII era una civilización, quizá exhilarantemente nueva, pero tan extraña como Nínive y Babilonia. Esto es por lo que, desde el nacimiento del cristianismo, no hay ningún otro episodio en la historia que pueda compararse con éste.

Aunque también es posible hacer hincapié en la continuidad histórica del pensamiento científico, señalando a sus predecesores en el Renacimiento, en la Edad Media y hasta en el mundo helénico, no cabe duda que a partir del siglo XVII la ciencia adquiere un ímpetu y una influencia sobre la vida humana que antes no poseía. Para nuestro interés, que es examinar la evolución del pensamiento sobre el método científico, en ese siglo se inicia lo que podría llamarse la profesionalización de la filosofía de la ciencia. Con esto quiero decir que a partir del siglo XVII surgen una serie de pensadores que, sin ser científicos, examinan y describen la estructura de la ciencia. No que los propios hombres de ciencia hayan dejado repentinamente de interesarse en los aspectos teóricos de su propia disciplina; por el contrario, todavía durante todo ese siglo y el siguiente los científicos siguieron analizando y criticando los aspectos filosóficos de la ciencia. Pero ya no estaban solos, en vista de que los filósofos habían recibido el impacto de la revolución científica y a sus intereses tradicionales en la ética, la estética, la lógica y la metafísica agregaron ahora la epistemología y el método científico.

En este capítulo vamos a examinar las ideas sobre el método científico de seis famosos hombres de ciencia que contribuyeron con sus trabajos a iniciar y a realizar la revolución científica. La selección de estas seis figuras obedece a que además de sus contribuciones inmortales al conocimiento de la naturaleza, también expresaron sus puntos de vista personales sobre la manera como llevaron a cabo sus trabajos. Como veremos, la historia de

sus descubrimientos no siempre coincide con la descripción que ellos mismos hacen del método que siguieron para realizarlos, confirmando lo que una vez dijo Einstein:

Si quieren averiguar algo sobre los métodos que usan los físicos teóricos, les aconsejo que observen rigurosamente un principio: no escuchen lo que ellos dicen sino más bien fijen su atención en lo que ellos hacen.



I I . 2 . A N D R É S V E S A L I O

Andrés Vesalio (1514-1564) realmente no pertenece al siglo XVII, pero puede decirse que con él se inicia la revolución científica, en vista de que se opuso a la milenaria tradición galénica de conceder la autoridad suprema a los textos, proponiendo en su lugar a la naturaleza como el último árbitro de la verdad. En realidad, Vesalio no criticaba a toda la medicina galénica, sino solamente a aquellos médicos que basaban sus conocimientos de anatomía en el estudio de las obras pertinentes de Galeno, en vez de aprenderla haciendo personalmente disecciones en cadáveres; además, Vesalio señaló que parte de la anatomía de Galeno estaba basada en disecciones de animales. Pero Vesalio se refirió a Galeno como el "príncipe de los médicos" y específicamente señaló que no quería aparecer "desleal con el autor de todas las cosas buenas ni irrespetuoso con su autoridad".



Andrés Vesalio (1514-1564)

Vesalio estudió medicina en Padua y se graduó *magna cum laude* el 5 de diciembre de 1537, a los 23 años de edad; al día siguiente fue nombrado *explicator chirurgiae* y empezó a dar conferencias a los estudiantes sobre anatomía y cirugía. Para sus demostraciones prácticas de anatomía Vesalio rompió con la tradición y él mismo hacía sus disecciones, en lugar de confiárselas a un cirujano; en el curso del año siguiente el juez de la corte criminal de Padua empezó a enviarle a Vesalio los cadáveres de los ajusticiados, con lo que progresó rápidamente en sus estudios anatómicos, dándose

cuenta de que la anatomía humana de Galeno estaba realmente basada en animales y además contenía numerosos errores. En 1543, cuando Vesalio tenía apenas 28 años de edad, apareció su monumental libro *De Humani Corporis Fabrica* ("Sobre la estructura del cuerpo humano") un volumen ilustrado profusamente con bellísimas imágenes que todavía hoy, a más de cuatro siglos y medio de su aparición, siguen siendo una de las cumbres de la ilustración del conocimiento científico. Casi inmediatamente después de la publicación de su libro Vesalio renunció a su cátedra en la Universidad de Padua e ingresó al servicio del emperador Carlos V; cuando éste abdicó en 1555, Vesalio se quedó en España, como médico de Felipe II, pero en 1564 hizo una peregrinación a la Tierra Santa y en el viaje de regreso murió en circunstancias oscuras en la isla griega llamada Zanthos o Zákynthos.

En el prólogo de su libro, Vesalio describe la situación de la medicina de su tiempo y critica a los médicos que han descuidado el estudio de la anatomía, a los profesores que no hacen disecciones personalmente, y a los que se someten por completo a las enseñanzas de Galeno. Aunque la crítica está dirigida a estos tres grupos en especial, en realidad es aplicable a todo el esquema del pensamiento medieval, basado como estaba en la autoridad inapelable del dogma. La ciencia era imposible mientras la verdad sobre la naturaleza tuviera que buscarse no en la realidad sino en las Sagradas Escrituras, y todo lo que las contraviniera no sólo era falso sino obra del demonio, por lo que debía prohibirse y combatirse con el fuego. Por simple extrapolación, las obras de Galeno se habían erigido en el equivalente de las Sagradas Escrituras médicas, de modo que lo que Vesalio se abrevió a hacer fue una herejía médica monumental. Sin embargo, tal herejía era indispensable como parte de un nuevo método para el estudio de la anatomía, de un nuevo método para explorar la naturaleza, de un nuevo método científico.



Portada del libro *De Fabrica* de Andrés Vesalio, publicado en 1543.

Vesalio escribe con todo el desenfado y la arrogancia, pero también con la frescura de sus 28 años de edad.

He aquí algunos párrafos de su "Prólogo":

... La deplorable división del arte del tratamiento introdujo en las escuelas el detestable procedimiento en el que algunos realizan la disección del cuerpo humano y otros presentan la descripción de sus partes, estos últimos como cuervos trepados en sus altas sillas, con egregia arrogancia eructan cosas que nunca han investigado sino que simplemente han memorizado de los libros de otros, o de lecturas de lo que ya se ha descrito. Los primeros son tan ignorantes de idiomas que son incapaces de explicar sus disecciones a los espectadores y confunden lo que debería demostrarse de acuerdo con las instrucciones del médico que, como nunca ha usado sus manos en la disección de un cadáver, desdeñosamente capitanea el barco desde un manual. De esta manera todo se enseña mal en las escuelas, los días se gastan en cuestiones ridículas y, con tal confusión, se les presenta menos a los espectadores de lo que un carnicero le podría enseñar a un médico en su puesto...

Ellos (los anatomistas contemporáneos) dependen tan firmemente en yo-nosé-que propiedad de los escritos de su líder que, junto con la falta de práctica en la disección de

otros, han reducido vergonzosamente a Galeno a breves compendios y nunca se apartan de él —si es que alguna vez lo comprenden— ni por el espesor de una uña. De hecho, en los prefacios de sus libros anuncian que sus escritos están totalmente armados con las conclusiones de Galeno y que todo lo de ellos es de él, agregando que si por casualidad alguien los criticara debería considerarse que Galeno también había sido criticado. Se han rendido de manera tan completa a él que no hay médico que pudiera declarar que alguna vez se hubiera encontrado ni siquiera el mínimo error, mucho menos que ahora se encontrara, en los libros anatómicos de Galeno —excepto que Galeno frecuentemente se corrige a sí mismo, aludiendo a su negligencia en libros previos y enseñando lo opuesto en obras posteriores, cuando ya tenía más experiencia— aunque para mí está bien claro, gracias al renovado arte de la disección, a lecturas diligentes de los libros de Galeno y a su corrección en varios sitios — por lo que no nos avergonzamos— que él nunca disecó un cuerpo humano y que confundido por sus monos (aunque sí tuvo acceso a dos cadáveres humanos ya secos), frecuentemente y de manera inadecuada se opuso a los médicos antiguos educados en el arte de la disección...

Ellos (los anatomistas contemporáneos) dependen tan firmemente en yo-nosé-que propiedad de los escritos de su líder que, junto con la falta de práctica en la disección de otros, han reducido vergonzosamente a Galeno a breves compendios y nunca se apartan de él —si es que alguna vez lo comprenden— ni por el espesor de una uña. De hecho, en los prefacios de sus libros anuncian que sus escritos están totalmente armados con las conclusiones de Galeno y que todo lo de ellos es de él, agregando que si por casualidad alguien los criticara debería considerarse que Galeno también había sido criticado. Se han rendido de manera tan completa a él que no hay médico que pudiera declarar que alguna vez se hubiera encontrado ni siquiera el mínimo error, mucho menos que ahora se encontrara, en los libros anatómicos de Galeno —excepto que Galeno frecuentemente se corrige a sí mismo, aludiendo a su negligencia en libros previos y enseñando lo opuesto en obras posteriores, cuando ya tenía más experiencia— aunque para mí está bien claro, gracias al renovado arte de la disección, a lecturas diligentes de los libros de Galeno y a su corrección en varios sitios — por lo que no nos avergonzamos— que él nunca disecó un cuerpo humano y que confundido por sus monos (aunque sí tuvo acceso a dos cadáveres humanos ya secos), frecuentemente y de manera inadecuada se opuso a los médicos antiguos educados en el arte de la disección...

Sin embargo, en este momento no intento criticar las falsas enseñanzas de Galeno, fácilmente el príncipe de los

profesores de la disección; mucho menos deseo ser considerado como desleal al autor de todo lo bueno y como irrespetuoso de su autoridad. Porque recuerdo cómo los médicos en amplia diferencia con los seguidores de Aristóteles -se alteran cuando en una disección anatómica actual ven que las descripciones galénicas son incorrectas en más de doscientos aspectos relacionados con la estructura humana y sus usos y funciones, y cómo durante el examen de las partes disecadas tratan de defenderlo con gran energía y aplicación. Sin embargo, hasta ellos mismos, dominados por su amor a la verdad, poco a poco han cedido y ahora ponen más fe en sus propios ojos y en su razón que en los escritos de Galeno...

El último párrafo del "Prólogo" de Vesalio a su *magna opus* también tiene mucho que ver con el método científico, especialmente con su lucha por establecer un nuevo criterio de verdad, por sustituir a la autoridad oficial, representada en su tiempo por los escritos de Galeno, con la observación personal de la realidad. El párrafo se disuelve en alabanzas a Carlos V, pero antes de ellas todavía se percibe el joven e indomable genio de Vesalio, promoviendo su nuevo método científico. El principio dice así:

Tengo conciencia de que por mi juventud —actualmente tengo 28 años de edad— mis esfuerzos tendrán poca autoridad; además, debido a mi frecuente indicación de la falsedad en las enseñanzas de Galeno, tendrán poca protección de los ataques de los que no estuvieron presentes en mis demostraciones anatómicas o que no han estudiado profundamente la materia; se inventarán distintos y valientes esquemas en defensa de Galeno, a menos de que estos libros aparezcan bajo el auspicio bendito y el gran patronato de algún poder divino...



I I . 3 . G A L I L E O G A L I L E I

Para muchos autores, la ciencia moderna realmente comienza con Galileo Galilei (1564-1642). Esta opinión se basa en los dos avances en metodología científica generalmente acreditados a Galileo: el uso de experimentos para explorar ideas específicas, y la matematización de la ciencia. Para nuestro interés particular, que es (recordemos) la evolución histórica del método científico, Galileo es realmente importante porque sus numerosos escritos incluyen muchas páginas con sus ideas y reflexiones sobre *cómo* se hace la ciencia. Sin embargo, no debe ocultarse que Galileo es también el primer caso, por lo menos de su estatura intelectual, en el que se ha argumentado con datos aparentemente sólidos, que lo que Galileo dice que hizo y lo que realmente hizo no son exactamente idénticos. Esta controversia, iniciada por Alexander Koyré en sus *Estudios galileicos* y a la que nos referiremos brevemente, tiene ya varios años de estarse debatiendo y seguramente que pasarán muchos más años hasta que se resuelva, o no.

Nuestro interés es registrar lo que Galileo dice que es el método científico y detectar si en sus propias investigaciones realmente lo sigue. Para esta tarea contamos con dos obras fundamentales, el *Diálogo de los dos principales sistemas del mundo* y el *Diálogo sobre las dos nuevas ciencias*. Estos dos libros no son tratados científicos técnicos, por lo menos como los conocemos ahora, sino más bien obras de difusión de la ciencia dirigidas al público general no científico, ejercicios maestros de cuidadosa retórica (e incidentalmente, de espléndida literatura) que describen detalladamente el pensamiento de Galileo en los tiempos en que estaba desarrollando sus ideas más revolucionarias. Debe aclararse que Galileo publicó sus dos obras fundamentales cuando tenía 68 y 74 años de edad, respectivamente, y que la segunda la escribió cuando ya estaba casi ciego y recluso (formalmente preso) en su quinta de Arcetri. En otros escritos, como *El mensajero sideral*, *El ensayador*, y la *Carta a la duquesa Cristina*, también existen párrafos enteros dedicados a varios aspectos del método científico.



Galileo Galilei (1564-1642)

En sus trabajos científicos, Galileo se enfrenta a problemas relativamente simples y uno por uno, en lugar de intentar contestar preguntas grandiosas y complejas, concentra su atención en unos cuantos hechos, específicamente los que pueden describirse en términos matemáticos. Se ha discutido mucho si Galileo iniciaba su investigación con una teoría sobre el fenómeno que iba a examinar, o si esta teoría era consecuencia de sus experimentos y observaciones. Citaré dos párrafos de la correspondencia de Galileo, tomados cada uno de sendas cartas escritas (más bien dictadas) al final de su vida, cuando ya estaba ciego. La primera carta, de 1637, está dirigida a Calcavay en París y contiene la respuesta de Galileo a una consulta que le hacía el famoso matemático francés Pierre Fermat:

Yo discuto *ex suppositione*, imaginándome un movimiento hacia un punto alejado de los demás, que se va acelerando, aumentando su velocidad en la misma proporción en que aumenta el tiempo, y a partir de este movimiento demuestro en forma concluyente muchas propiedades. Agregó que si la experiencia mostrara que tales propiedades se verifican en el movimiento de cuerpos pesados cayendo naturalmente, podemos afirmar sin error que se trata del mismo movimiento que yo definí y supuse; y si no fuera así, mis demostraciones, basadas en mi suposición no pierden nada de su fuerza ni de su conclusividad... Pero ha ocurrido que en el caso del movimiento supuesto por mí, todas las propiedades que he demostrado se han verificado en el movimiento de los cuerpos pesados que caen en forma natural.



Portada del libro *Diálogo de los principales sistemas del mundo*, de Galileo Galilei, publicado en 1632.

Dos años más tarde, en 1639, Galileo le escribe a su buen amigo y corresponsal Giovanni Battista Baliani, para agradecerle el envío de su libro *De motu...*, y dice:

Pero regresando a mi tratado sobre el movimiento, yo discuto *ex suppositione* sobre el movimiento definido como menciono antes, de modo que si las consecuencias (deducidas) no corresponden a los acontecimientos del movimiento natural en la caída de objetos pesados, me afectaría muy poco, de la misma manera que no afecta en ninguna forma a las demostraciones de Arquímedes el hecho de que no se encuentre en la naturaleza un objeto móvil que se mueva en espirales. Pero en esto yo he sido, por decirlo así, afortunado (*avventurato*) en vista de que el movimiento de los objetos pesados y sus acontecimientos corresponden puntualmente a los demostrados por mí en el movimiento definido por mí.

Debe señalarse que, en contra de los entusiastas partidarios del método hipotético-deductivo (véase capítulo VII), que estarían encantados de contar con Galileo en sus filas, el término *ex suppositione* no significa lo mismo que *ex hypothesi*. En los escritos de Tomás de Aquino y en toda la tradición escolástica, quiere decir razonar de los efectos conocidos a las causas desconocidas, o sea "razonar hacia atrás". En el lenguaje lógico contemporáneo esto se expresa como

si p ,
entonces q
 p ,

por lo
tanto, q ,

en donde p se refiere a observaciones o resultados experimentales, mientras que q identifica explicaciones teóricas o causas; los escolásticos lo conocían como el argumento *modus ponens*. Como veremos posteriormente el salto de los efectos a las causas no tiene ningún valor lógico, o mejor dicho, sólo es válido cuando ya sabemos que los efectos en cuestión son producidos por una sola causa, en cuyo caso se vuelve trivial. Pero Galileo parece haberlo abrazado no sólo con convicción filosófica (según sus primeros libros de notas, era un tomista convencido) sino también con gran éxito, gracias a que se limitó a problemas que pueden expresarse matemáticamente. Galileo supuso que para cuerpos con movimiento uniformemente acelerado (definido por él como velocidad aumentada uniformemente con el tiempo), la distancia cubierta en un momento dado es proporcional al cuadrado del tiempo transcurrido. La relación entre aceleración y la proporción tiempo-distancia es matemática y absoluta; ningún experimento puede refutarla. Sin embargo, uno puede preguntarse legítimamente si esa relación teórica describe de manera adecuada la caída de cuerpos pesados en la superficie de la Tierra; la respuesta de Galileo a esta pregunta fue positiva.

Uno de los párrafos más citados de Galileo ocurre al principio de su libro *El ensayador*, una polémica dirigida en contra de la dialéctica de los jesuitas, identificados en el volumen con el personaje Sarsi, pero realmente representados por el padre Horacio Grassi, profesor de matemáticas en el *Collegio Romano*. Galileo dice:

Signor Sarsi, las cosas no son así. La filosofía está escrita en este gran volumen —me refiero al universo— que se mantiene continuamente abierto a nuestra inspección, pero que no puede comprenderse a menos que uno aprenda primero a entender el idioma y a interpretar los signos en que está escrito. Está escrito en el idioma de las matemáticas y sus signos son triángulos, círculos y otras figuras geométricas, sin las que es humanamente imposible entender una sola palabra; sin ellas, uno camina en un oscuro laberinto.

Pero Galileo no es un matemático teórico, no hace sus formulaciones numéricas y geométricas de fenómenos naturales y se detiene ahí, sino que procede a diseñar y a realizar experimentos con objeto de establecer si la naturaleza está de acuerdo con sus cálculos, en vista de que, como él mismo dice:

(El experimento) es común y necesario en las ciencias que aplican demostraciones matemáticas a sus conclusiones físicas

Un ejemplo de los experimentos realizados por Galileo para resolver una cuestión específica es la famosa observación de la caída de objetos de distinto peso "desde una torre". Es seguro que las descripciones de una confrontación pública de Galileo con los aristotélicos en la torre inclinada de Pisa son puro cuento, pero en sus cuadernos de notas están registrados experimentos diseñados para explorar la idea generalmente aceptada entonces (y, entre el público menos refinado, todavía aceptada hoy) de que la velocidad de la caída libre de los cuerpos es proporcional a sus pesos respectivos. Los resultados de sus experimentos señalan claramente que eso no es así, aunque los cuerpos más pesados sí tocan el suelo ligeramente antes que los más livianos; sin embargo, Galileo atribuye esta pequeña diferencia a la fricción del aire y a la distinta capacidad de los cuerpos pesados y ligeros para superar tal resistencia en el vacío, que sería la situación ideal, todos los cuerpos caerían con idéntica velocidad. En relación con otra hipótesis matemática sobre el movimiento, que la velocidad a la que caen los cuerpos es uniformemente acelerada, Galileo no podía (ni nadie puede hoy, con los instrumentos técnicos accesibles a Galileo) diseñar un experimento para ponerla a prueba directamente, pero en cambio Galileo decide examinar experimentalmente si otra hipótesis, que es una consecuencia lógica de la primera (que es que la distancia es proporcional al cuadrado del tiempo) corresponde a la realidad. Pero como esta segunda hipótesis también está más allá de sus posibilidades técnicas, en vista de que los cuerpos caen con demasiada rapidez para hacer cualquier tipo de mediciones, Galileo opta por "diluir la gravedad" (como él mismo dice) y hace sus experimentos en un plano inclinado.

Galileo no sólo hacía experimentos para poner a prueba conclusiones teóricas matemáticas, sino también para explorar fenómenos, o sea para aumentar el número de datos que podía incluir en sus cálculos teóricos. Pero además, Cohen señala lo siguiente:

Las numerosas observaciones astronómicas y experimentos de Galileo encierran dos características revolucionarias de su filosofía científica (aclaradas para mí en correspondencia con Stillman Drake). Una es la creencia declarada por

Galileo de que las "experiencias sensoriales y las demostraciones necesarias" tienen "precedente no sólo sobre los dogmas filosóficos sino también sobre los teológicos". Muy probablemente, no fue sino hasta el siglo XIX que la mayoría de los científicos adoptó posiciones como la suya". Un segundo y relacionado aspecto de la postura de Galileo (que Drake dice ser "el principal carácter innovador de su ciencia y mencionado por Galileo en muchos sitios") es "la falta de valor de la autoridad para decidir sobre cuestiones científicas". En *Cuerpos en el agua*, Galileo se atrevió a comentar "que la autoridad de Arquímedes no era de mayor importancia que la de Aristóteles; Arquímedes tuvo razón porque sus conclusiones estuvieron de acuerdo con el ". Drake duda que "Galileo consideró algo más en su ciencia como nuevo que sus descubrimientos, que hablaban por sí mismos".

Entre las muchas cosas que se han dicho de Galileo es que es una de las mayores figuras trágicas de la humanidad, lo que es cierto, pero en más de un sentido. Galileo es uno de los más grandes talentos en la historia del mundo occidental, uno de los creadores de nuestra cultura, uno de nuestros mejores científicos, que al mismo tiempo porta con orgullo el manto de mártir en aras de la libertad del espíritu. Todo eso es cierto. Pero Galileo es todavía algo más, quizá menos ampuloso y fluorescente, pero de igual o mayor importancia para la comunidad científica internacional: él es ya uno de los nuestros; en oposición a los antiguos, sus intereses y problemas tienen una estructura moderna y un sabor actual, en sus interminables polémicas aparece como el portador del estandarte de la modernidad, de lo que nosotros somos hoy.

Galileo fue acusado de platonista por Koyré y sus seguidores. Éste no es el sitio para examinar objetivamente los detalles de tal acusación; sin embargo, voy a terminar mi análisis de las ideas de Galileo sobre el método científico citando el último párrafo del excelente artículo de Girillo sobre el tema:

En las páginas anteriores hemos examinado críticamente la idea de que Galileo era un discípulo de Platón porque usaba matemáticas y deducción, el concepto de que su método hipotético-deductivo era primariamente platónico, y la idea de que los términos abstractos de sus teorías lo comprometían con un platonismo pitagórico. El mantenimiento de estos errores hace a Galileo un racionalista dogmático, cuando en realidad, tanto por sus escritos como, principalmente, por sus trabajos, dirigió un ataque intelectual en contra del racionalismo dogmático y del empirismo dogmático, ofreciendo un prototipo del equilibrio pragmático moderno entre la razón y los sentidos en la ciencia.

Aquí termina nuestro primer contacto con Galileo, pero volveremos a encontrarnos con él varias veces, incluso al final de estas páginas.



I I . 4 . W I L L I A M H A R V E Y

William Harvey (1578-1657) estudió medicina en Cambridge, en el Colegio de Gonville y Caius, de 1593 a 1599, y de ahí viajó a Padua para continuar su educación, que terminó con el doctorado en 1602. En sus tres años en Italia estuvo expuesto al gran anatomista Girolamo Fabricius, y en esos tiempos uno de los profesores de la universidad era el joven Galileo, que pronto descubriría las montañas de la Luna, las fases del planeta Venus, los satélites de Júpiter, y muchos otros fenómenos celestes. Cuando Harvey regresó a Inglaterra se dedicó a la práctica de la medicina, pero pronto fue nombrado miembro del Colegio Real de Médicos, posteriormente aceptó la posición de médico del rey Jacobo I, y continuó en esta plaza con el advenimiento de Carlos I, a quien atendió durante la Guerra Civil.

La gran contribución de Harvey al método científico de su tiempo (y de todos los tiempos) fue su éxito en el uso de experimentos para explorar a la naturaleza; por lo tanto, no resulta equívoco comparar los logros científicos de su gran contemporáneo Galileo, en astronomía y física, con los de Harvey en biología. De hecho, la comparación es singularmente reveladora, pues los dos investigadores, trabajando en áreas muy diferentes de la ciencia, coincidieron en dos aspectos fundamentales del método científico: la importancia del análisis matemático de los fenómenos naturales, y el insustituible valor de los experimentos en el estudio de la realidad. La lectura del librito (apenas tiene 72 + 2 páginas, con 2 grabados) de Harvey, conocido como *De motu cordis* y publicado en Frankfurt en 1628, impresiona por su manejo de datos cuantitativos en apoyo de sus hipótesis y por su completa dependencia de los resultados de observaciones experimentales muy simples. En cambio, los historiadores de la ciencia han escudriñado los escritos de Harvey en búsqueda de algún pronunciamiento general del gran hombre sobre el método científico, con resultados uniformemente negativos. En el caso de Harvey, todo lo que se diga sobre su filosofía de la ciencia es interpretativo y, en los mejores casos, derivado del estudio directo de sus textos científicos, en vista de que no escribió otros.



William Harvey (1578-1675)

El capítulo 1 del *Motu cordis* de Harvey se titula "Los motivos del autor para escribir" y en él dice lo siguiente:

Cuando empecé a realizar vivisecciones, como un medio para descubrir los movimientos y los usos del corazón, interesado como estaba en descubrirlos por inspección directa, y no a través de los escritos de otros, encontré la tarea tan verdaderamente ardua, tan llena de dificultades, que casi estuve tentado a pensar, con Fracastoro, que los movimientos del corazón solo podría comprenderlos Dios... Mi mente estaba grandemente inquieta y no sabía ni qué concluir por mí mismo ni qué creer de los demás. No me sorprendió que Andreas Laurentius hubiera dicho que el movimiento del corazón era tan asombroso como el flujo y reflujo del Euripus le había parecido a Aristóteles ... Después de mucho tiempo usando mayor diligencia cotidiana, realizando vivisecciones con frecuencia en una variedad de animales escogidos con ese propósito, y combinando numerosas observaciones, llegué a pensar que ya había alcanzado la verdad, que debería apartarme y escapar de ese laberinto, y que ya había descubierto lo que tanto deseaba, tanto el movimiento como los usos del corazón y las arterias. Desde entonces no he dudado en exponer mis puntos de vista sobre estos asuntos, no sólo en privado a mis amigos sino también en público, en mis conferencias anatómicas, en el estilo de la antigua academia.

En todo el libro, Harvey se apega siempre al mismo protocolo: primero describe cuidadosamente sus observaciones, después examina si coinciden con las relatadas por otros autores, y finalmente interpreta el sentido de los hechos observados poniendo especial interés en no ir más allá de lo que tales hechos permiten.

Su parsimonia en la extrapolación es notable, sobre todo porque la tradición antigua, sus propios ídolos Galeno y Aristóteles y muchos de sus contemporáneos (incluyendo a Galileo) tenían gran tendencia o hasta debilidad por las grandes generalizaciones. De hecho, Singer señala que la gran virtud científica de Harvey, aparte de su tenacidad y de su extraordinaria habilidad experimental, era la de su modestia, de su sentido de la proporción. Harvey se rehúsa a participar en el debate sobre temas grandiosos como la naturaleza de la vida o el origen del calor animal; él se pregunta cómo se mueven las arterias y qué significa su movimiento, cómo se mueven las aurículas y cuál es el significado de tal fenómeno, y así sucesivamente, hasta llegar a integrar todas sus observaciones e interpretaciones en una sola generalización, que es la siguiente:



Portada del libro *Excercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalis*, de William Harvey, publicado en 1628.

Por lo tanto, es necesario concluir que la sangre de los animales circula y que se encuentra en un estado de movimiento incesante, que éste es el acto o función del corazón, que realiza por medio de su pulso, y que es la única función y meta del movimiento y del pulso del corazón.

Confieso que los médicos científicos (especialmente los que nos dedicamos a la investigación) tenemos cierta debilidad por Harvey. Nos encanta su postura antigalénica, basada en mediciones directas de la capacidad del corazón en hombres, perros y ovejas, que multiplicadas por la frecuencia cardiaca le dieron cantidades totalmente incompatibles con la teoría de Galeno de la producción continua de sangre por el hígado. Harvey no demostró objetivamente la realidad de la circulación sanguínea, ya que en su

tiempo se desconocía la existencia de los capilares periféricos, pero sus observaciones hicieron casi absolutamente inevitable tal existencia, confirmada por Marcello Malpighio en 1661, 33 años después de la publicación del famoso *De motu cordis* pero, desafortunadamente, cuatro años después de la muerte de Harvey.

El método científico de Harvey se inicia con un problema, que en su caso es "el movimiento, las acciones y los usos del corazón y las arterias". El problema surge porque:

[...] Lo que hasta ahora se ha afirmado acerca de la sístole y de la diástole, del movimiento del corazón y de las arterias, se ha dicho con especial referencia a los pulmones. Pero como la estructura y los movimientos del corazón difieren de los del pulmón, y los movimientos de las arterias son distintos de los del tórax, parecería posible que tuvieran otros fines y oficios, y que los pulsos y funciones del corazón, así como los de las arterias, fueran diferentes en muchos aspectos de los usos e inspiraciones del tórax y los pulmones.

Es claro que la discrepancia entre los movimientos del corazón y las arterias, por un lado, y del tórax y los pulmones, por el otro, deberían llevar a la sospecha de que sus funciones no eran idénticas, como se postulaba en la antigüedad y como Fabricio de Aquapendente, profesor de Harvey y, por lo tanto, su contemporáneo un poco más viejo, afirmó en su texto sobre la respiración. Harvey se extiende en este punto más que en ningún otro de su libro (13.5 páginas de la edición que yo he usado, o sea el 12.8% del texto), pero es obvio que al final llegó a una solución satisfactoria del problema. De hecho, el último párrafo de *De motu cordis* dice:

Todas estas apariencias, y muchas otras, surgidas durante las disecciones, valoradas correctamente, parecen ilustrar y confirmar clara y completamente la verdad perseguida a través de todas estas páginas, mientras al mismo tiempo se oponen a la opinión vulgar, porque sería muy difícil explicar de cualquier otra manera el propósito para el que todo ha sido construido y arreglado, como hemos visto que lo está.

Permítanme repetir la última frase de Harvey: "*porque sería muy difícil explicar de cualquier otra manera el propósito para el que todo ha sido construido y arreglado, como hemos visto que lo está*". Ésta es una conclusión totalmente aristotélica, congruente con la realidad operativa de las causas finales, pero al mismo tiempo es completamente nueva en el siglo XVII, porque hace depender a la explicación de la realidad, y no viceversa, como se estiló durante los 15 milenios anteriores.

I I . 5 . I S A A C N E W T O N

Pido perdón anticipado a los apologistas contemporáneos de Newton que lean estas páginas (si los hay), por mi inevitablemente superficial tratamiento de alguna de sus principales ideas sobre el método científico. Newton tiene ya mucho tiempo de ser el prototipo de hombre de ciencia moderno, especialmente entre astrónomos, físicos historiadores y filósofos; los únicos contendientes a tan elevada posición podrían ser Darwin, cuya candidatura estaba apoyada por la comunidad biológica (no numéricamente despreciable, pero que en caso de votación se caracterizaría por su abstencionismo) y Einstein, a cuyo indudable genio se agregó el cambio radical en la influencia de los medios masivos de comunicación sobre la opinión pública, que caracteriza a nuestro siglo. Como quiera que sea, Newton es uno de los científicos de mayor éxito y prestigio en toda la historia registrada, por lo que no parece ocioso examinar su obra en busca de sus ideas sobre el método que siguió en sus trabajos científicos, sin olvidar la importancia de cotejarlas con lo que verdaderamente hizo para realizar sus maravillosos descubrimientos y generalizaciones.



Isaac Newton (1642-1727)

Isaac Newton (1642-1727) nació en Woolsthorpe (Lincoln-shire) como hijo póstumo, pero su madre se casó por segunda vez cuando el niño tenía 3 años de edad, por lo que su cuidado y educación inicial descansó en su abuela materna. En 1655, a los 23 años de edad, Newton recibió su diploma de bachiller de la Universidad de

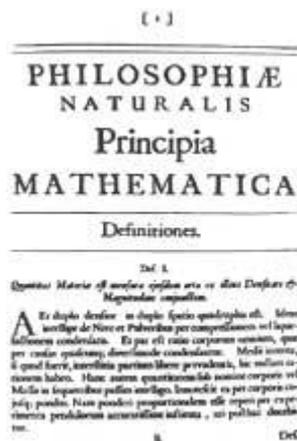
Cambridge (estudió en el Trinity College) y pasó los dos años siguientes refugiado en Woolsthorpe porque Londres, Cambridge y otros centros universitarios ingleses estuvieron asolados por la terrible epidemia de peste bubónica. Éste fue un periodo de inmensa creatividad, en el que Newton formuló el teorema del famoso binomio, inventó el "método de las fluxiones", o sea el cálculo, construyó el primer telescopio reflejante y concibió la naturaleza universal de la atracción gravitacional. En 1669, a los 37 años de edad, fue nombrado profesor de matemáticas en su Trinity College de la Universidad de Cambridge, y tres años más tarde fue electo miembro de la Sociedad Real de Londres. Permaneció en Cambridge hasta 1696, cuando a los 64 años de edad fue nombrado director de la Casa de Moneda. En 1703 fue electo presidente de la Sociedad Real de Londres, y en el año siguiente publicó su famoso libro titulado *Opticks*, del que tendremos más que decir en un momento. No debe dejar de mencionarse que Newton fue un soltero empedernido, que se interesó profundamente en la alquimia, que por años y años estudió la Biblia y escribió extensas notas sobre la adivinación de los sueños en Daniel y las profecías de San Juan. Newton murió en 1727, a los 85 años de edad, y fue enterrado en la abadía de Westminster, en Londres.

Las ideas de Newton sobre el método científico deben su expresión a Descartes y a sus seguidores (véase capítulo III) en vista de que el sabio inglés se oponía al método cartesiano, cuya médula era derivar las leyes físicas básicas a partir de principios metafísicos. Newton insistió en que las generalizaciones del científico (todavía identificado en sus escritos como "filósofo natural") deberían basarse en el examen cuidadoso de la realidad. En relación con el método científico, Newton era un aristotélico confirmado y se refirió a sus procedimientos inductivo-deductivos como el "método de análisis y síntesis". En este sentido, Newton se liga con Grosseteste y Roger Bacon, en el siglo XIII, y con Galileo y Francis Bacon, en los principios del siglo XVII. La más aguda y explícita opinión de Newton sobre su método científico es la famosa "Pregunta 31" de su libro *Opticks*, que dice lo siguiente:

Tanto en las matemáticas como en la filosofía natural, la investigación de los problemas difíciles por medio del análisis debe ir precedida siempre por el método de la composición. El análisis consiste en hacer experimentos y observaciones, y en derivar a partir de ellos conclusiones generales por inducción, rechazando todas las objeciones excepto las basadas en experimentos u otras formas de conocimiento seguro. Porque las hipótesis no deben tomarse en cuenta en la filosofía experimental. Y aunque la argumentación por inducción, a partir de experimentos y observaciones, no alcance la demostración de las conclusiones generales, sigue siendo el argumento más

compatible con la naturaleza de las cosas y puede contemplarse como el más fuerte, en la medida en que la inducción sea más generalizada Y si no ocurren excepciones en los fenómenos, la conclusión puede aceptarse como general Pero si en cualquier momento posterior ocurre alguna excepción en los experimentos, entonces debe enunciarse incluyendo las excepciones conocidas. Por este método de análisis podemos proceder de compuestos a ingredientes, de movimientos a las fuerzas que los producen, y en general de los efectos a sus causas, y de las causas particulares a las más generales, hasta que el argumento termine en la más general de todas. Éste es el método de análisis, mientras que la síntesis consiste en asumir las causas descubiertas y establecidas como principios, y por medio de ellas explicar los fenómenos que provienen de ellas...

En este párrafo Newton está usando los términos *análisis* y *síntesis* en un sentido casi exactamente opuesto al que hoy les damos, lo que puede generar cierta confusión, sobre todo cuando su postura filosófica se compara con la de su contemporáneo Robert Hooke (véase *infra*, p. 66), que usa los mismos términos pero de acuerdo con lo que se acepta hoy. De todos modos, la estructura del método científico propuesta por Newton es una reiteración casi textual del esquema inductivo-deductivo de Aristóteles, con una diferencia importante: el gran interés de Newton en divorciarse de las hipótesis, su famoso *Hypothesis non fingo*. Pero como Medawar nos recuerda, una buena parte del vocabulario filosófico ha cambiado su significado en los últimos 400 años y la palabra *hipótesis* no es una excepción: otras palabras que también han adoptado un sentido distinto, aparte de *análisis* y *síntesis*, son *ciencia*, *arte*, *experimento*, *entusiasmo*, *creación*, *genio*, y muchas otras. De acuerdo con Medawar:



Primera página del libro *Principia Mathematica*, de Isaac Newton, publicado en 1687.

En el vocabulario profesional moderno una hipótesis es una preconcepción imaginativa de *lo que podría ser cierto*, en forma de una declaración con consecuencias deductivas verificables.

En otras palabras, las hipótesis han dejado de implicar un carácter fantástico, han dejado de ser puramente *gratuitas, desmesuradas o absurdas*, como lo eran en los tiempos de Newton (o por lo menos, aquellas a las que él se refería) y desde entonces hasta hoy han ido adquiriendo progresivamente una reputación no sólo útil sino bastante honesta y respetable, en especial las formuladas con sentido de responsabilidad y con compromiso de verificación.

Lo anterior es relevante porque cuando se compara el método científico que Newton propone como correcto, con la manera como realmente realizó sus investigaciones y la forma y aplicación teórica de sus resultados y generalizaciones o leyes, lo que surge es una fenomenal incongruencia. Por ejemplo, su primera ley del movimiento se refiere al comportamiento de cuerpos que Newton seguramente nunca había observado —cuerpos que se mueven con velocidad uniforme en línea recta en ausencia total de influencias externas. Otro ejemplo es la ley de reflexión óptica que incluye el concepto de rayo de luz, algo mucho más conceptual que objetivo. Finalmente, Newton basaba una parte importante de sus trabajos en la teoría atómica de la materia, que en sus tiempos no era más que una hipótesis (muy buena, por cierto).

En la tercera edición de su libro *Principia mathematica*, Newton incluyó cuatro famosas "Reglas para razonar en filosofía", que dicen lo siguiente:

- 1) No debemos admitir más causas de cosas naturales que las que son verdaderas y suficientes para explicar sus apariencias.
- 2) Por lo tanto, a los mismos efectos naturales debemos asignarles, hasta donde sea posible, las mismas causas.
- 3) Aquellas propiedades de los cuerpos que no puedan aumentarse o disminuirse gradualmente, y que existan en todos los cuerpos que podamos examinar serán consideradas como propiedades universales de la totalidad de los cuerpos.
- 4) En la filosofía experimental debemos aceptar las proposiciones derivadas por inducción general de los

fenómenos como exactas o muy probablemente ciertas, a pesar de las hipótesis contrarias que pudieran imaginarse, hasta el tiempo en que ocurran otros fenómenos, con los que puedan hacerse más exactas o aceptar excepciones.

De estas cuatro reglas conviene señalar que la primera es una versión muy personal de Newton a la "navaja de Ockham", que no es otra cosa que el principio de la simplicidad o de la parsimonia en la ciencia. Ockham dijo (en el siglo XIV): *Entia non sunt multiplicanda praeter necessitate*, lo que significa que, en igualdad de condiciones (lo que casi nunca ocurre en la realidad), debe preferirse la explicación más simple. Sin embargo, Newton no definió lo que quería decir por *causa verdadera*, excepto en términos negativos y vagos, como cuando escribió que la naturaleza "no adopta la pompa de las causas superfluas". La regla 2^{na} ofrece problemas, pero hasta la regla 3 Newton señaló que las propiedades de los cuerpos a que hace referencia incluyen extensión, dureza, impenetrabilidad, movilidad e inercia, que según él son las propiedades comunes a absolutamente todos los cuerpos que existen en la naturaleza, así como todas y cada una de sus partes. En cambio, la regla 4 es el manifiesto de; los inductivistas, aunque Newton estaba realmente más preocupado en refutar la proposición de Descartes, de derivar las leyes científicas de principios metafísicos indudables (véase capítulo III) que en reafirmar su propia postura aristotélica, que le parecía segura y bien fundada. Pero en esa regla también se señala que el carácter de las leyes científicas no es necesario ni puede serlo, sino sólo contingente; en otras palabras, todas las interpretaciones de los procesos naturales están sujetas a revisión a la luz de experiencias ulteriores.



II . 6 . R O B E R T H O O K E

Robert Hooke (1635-1702) fue uno de los primeros secretarios de la Real Sociedad de Londres, probablemente el primer microscopista que observó las células y definitivamente *el* primero en darles ese nombre (en una demostración a la Real Sociedad del aspecto de los poros del corcho, cortados en forma tanto transversal como perpendicular, fechada el 13 de abril de 1663, mientras que la primera descripción de Leeuwenhock de sus "animalitos muy pequeños", observados en agua fresca, data de 1647). Como encargado (*curator*) de experimentos en la Real Sociedad, Hooke siempre tenía su tiempo más que repleto con las ocupaciones más extrañas y diversas. pero se las arregló para incluir entre ellas las observaciones microscópicas, que sirvieron para introducir el uso de este instrumento de investigación en Inglaterra. Su libro *Micrographia*, publicado en 1665, tuvo un éxito razonable cuando apareció; el 20 de enero de ese año Samuel Pepys visitó a sus librerías, y dijo: "... me llevé a casa el libro de microscopía de Hooke, un volumen excelente, del que estoy muy orgulloso."



Frontispicio del libro *Micrographia*, de Robert Hooke, publicado en 1665.

La segunda edición de *Micrographia* apareció dos años más tarde, y desde entonces ha habido innumerables ediciones. Pero nuestro interés en Hooke, por esta vez, no está relacionado con sus trabajos microscópicos sino con sus ideas sobre la causa de los terremotos, que aparecen en sus *Obras póstumas*. En estos escritos Hooke se

pregunta (en estilo fielmente baconiano, véase capítulo III) en dónde han ocurrido terremotos y en dónde no han ocurrido, para aplicar la regla de los "rechazos y exclusiones". Pero al llegar a este punto, Hooke debe haberse dado cuenta de que no podía seguir adelante, por lo que formuló cuatro hipótesis, demostró que tres de ellas no eran satisfactorias y propuso un ingenioso método para poner a prueba a la cuarta hipótesis, que entre otras cosas postulaba que el movimiento de los polos terráqueos era la causa de los terremotos y de otros fenómenos geológicos. Esta hipótesis nunca se puso a prueba, probablemente porque la velocidad del movimiento postulado era demasiado lenta para que Hooke la hubiera podido medir con los métodos a su alcance; de hecho, no sabemos si la medición real se intentó alguna vez. Pero Oldroyd sugiere que es posible destilar de los datos de Hooke una imagen de sus ideas generales sobre el método científico. Lo que este esquema realmente ofrece de novedoso sobre los métodos aristotélico y newtoniano, es su carácter reiterativo, su clara sugerencia de ciclos repetidos de hipótesis, deducción (o análisis) y experimentos, de rutinas idénticas cuya réplica realmente enriquece en forma progresiva el conocimiento científico, hasta que se alcanza el nivel que requiere y justifica la formulación de hipótesis nuevas y más generales.

Hooke es, *malgré lui*, un newtoniano completo. Su disputa con Newton sobre la prioridad de sus respectivos cálculos teóricos sobre el carácter lineal o elíptico de las órbitas planetarias, que fue ganada por Newton, así como su alegato de que él había descubierto antes que Newton la teoría de los colores, que también fue ganada por Newton, demuestran que ambos sabios estaban pensando en las mismas cosas casi al mismo tiempo. De mayor importancia para nuestro interés en el método científico, tanto Newton como Hooke se oponían a las ideas de Descartes y se proclamaban seguidores de Aristóteles. Y para completar el paralelismo, ni Newton ni Hooke *realmente* llevaron a cabo sus trabajos y descubrimientos siguiendo el método que preconizaron.

I I . 7 . G O T T F R I E D W I L H E L M L E I B N I Z

De acuerdo con Russell:

Leibniz (1646-1716) fue uno de los intelectos supremos de todos los tiempos, pero como ser humano no era admirable. Ciertamente, poseía todas las virtudes que uno desearía se emplearan en las cartas de recomendación a un patrón en perspectiva: era industrioso, frugal, abstemio y financieramente honesto. Pero en cambio, no poseía absolutamente ninguna de las virtudes filosóficas más elevadas, que son tan aparentes en Spinoza. Su mejor pensamiento no fue del tipo de los que hubieran ganado popularidad, por lo que dejó sus escritos inéditos al respecto, sobre su escritorio. Lo que sí publicó fue diseñado para alcanzar la aprobación de príncipes y princesas. La consecuencia es que existen dos sistemas filosóficos que pueden considerarse como representando a Leibniz: uno, que él proclamó, es optimista, ortodoxo, fantástico y superficial; el otro, que ha sido desenterrado lentamente de sus manuscritos por editores recientes, es profundo, coherente, muy influido por Spinoza, y asombrosamente lógico. Fue el Leibniz popular quien inventó la doctrina de que éste es el mejor de todos los mundos posibles (a lo que F. H. Bradley agregó el sarcástico comentario "y todo en él es un mal necesario") y el Leibniz que Voltaire caricaturizó como el doctor Pangloss. Sería ahistórico ignorar a este Leibniz, pero el otro es de mucha mayor importancia filosófica.



Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716)

La filosofía de Leibniz puede concebirse como un inmenso palacio barroco (como el del Arzobispado en Wurzburg) del que en esta ocasión sólo visitaremos brevemente un par de habitaciones, aunque una de ellas es la biblioteca. Lo que quiero decir es que del sistema filosófico de Leibniz sólo mencionaré (y en forma muy resumida) aquellos aspectos relevantes al método científico.

El programa general de Leibniz puede equipararse al de Descartes (véase capítulo III), que era intentar deducir las leyes y principios de la naturaleza a partir de unos cuantos principios metafísicos evidentes que podían conocerse *a priori*, o sea sin referencia o contacto con la realidad. Leibniz postuló que, para la ciencia, los dos principios metafísicos más importantes eran:

1) *El principio de contradicción*, por el que juzgamos como falso lo que implica una contradicción, y como verdadero lo que se opone o contradice a lo falso,

2) *El principio de la razón suficiente*, por el que aceptamos que nada puede ocurrir o existir (y ninguna proposición puede ser verdadera) sin que haya una razón suficiente para que ello sea de tal manera y no de otra, aunque generalmente tales razones no las podamos conocer.

Aunque sólo sea de pasada, es importante señalar que Leibniz manejó estos dos principios para demostrar la existencia de Dios y explicar la naturaleza del universo. De acuerdo con Leibniz, no existen razones intrínsecas suficientes para explicar la existencia de los cuerpos materiales, por lo que tales razones deben existir en alguna entidad no material, que es Dios. El monoteísmo es consecuencia obligada del principio de la razón suficiente, en vista de que, dados sus atributos, sólo se necesita un Dios. Por el mismo motivo, todo lo que ese Dios hace es lo más perfecto posible, aunque no todo lo que hace es absolutamente perfecto. Porque siendo Dios perfecto, la existencia sería absoluta, sin vacíos o espacios libres, lo que (según Leibniz) la haría menos que perfecta. Aquí cabe agregar otro principio importante para Leibniz, el de la "identidad de los indiscernibles", que se deriva del principio de la razón suficiente y que niega que puedan existir dos cosas *diferentes* que sean idénticas entre sí, porque entonces sería imposible señalar que son diferentes.

Basado en estos principios, Leibniz montó un ataque frontal a las ideas científicas de Newton, que tuvo poca resonancia en los círculos académicos de su época (aunque el propio Newton se preocupó por defenderse de él, no personalmente sino a través de terceras personas, como el reverendo Samuel Clarke) pero que creció en fuerza e importancia a través del tiempo y culminó con la

teoría general de la relatividad de Einstein. Leibniz criticó las ideas newtonianas de espacio y tiempo absolutos, señalando que las diferentes regiones del espacio absoluto serían indiscernibles, por lo que la creación del mundo podría haber ocurrido en cualquier parte, pero que no habiendo razón alguna para que Dios prefiriera una región a otra (si todas eran iguales) entonces el mundo no se hubiese creado. Leibniz rechazó esta conclusión como falsa (después de todo, el mundo existe) y agregó un razonamiento semejante con respecto al tiempo. Además, en vista de que "la materia es más perfecta que el vacío", cuando Dios hizo al mundo tan perfecto como era posible, en lugar de hacerlo con átomos, el vacío lo creó como un todo continuo, como una inmensa malla de entidades sin volumen y sin comunicación entre sí, como centros de fuerza activa pero sin espacios entre cada uno de ellos. A estos centros o entidades los llamó *mónadas* y les asignó una variedad de propiedades; entre las más sobresalientes está una, obligada por la incomunicación de las mónadas entre sí ("no tienen ventanas"), que es que están programadas de tal manera que sus eventos ocurren en completa armonía con los de todas las otras mónadas.

Leibniz se refiere en varios sitios a su método de trabajo, especialmente en un artículo titulado "Sobre análisis y síntesis universales, o el arte del descubrimiento y del juicio", probablemente escrito en 1679. En este artículo, el análisis y la síntesis corresponden más o menos a la inducción y a la deducción; para Dios, naturalmente, todo el conocimiento sería deductivo, pero los simples mortales nunca podremos llegar a esa situación, por lo que requerimos también de las observaciones y de las hipótesis. Sin embargo, tanto en su sistema filosófico como en sus trabajos científicos, Leibniz actuó como si la ciencia contuviera un grupo de axiomas aplicables a cualquier campo, derivando de ellos y de las definiciones de los símbolos las reglas apropiadas para construir las fórmulas que constituyen el contenido científico.

Con esto vamos a terminar nuestra revisión de las ideas de algunos hombres de ciencia prominentes del siglo XVII sobre el método científico. En el siguiente capítulo examinaremos el pensamiento sobre el mismo tema de un grupo de filósofos de la misma época



III. LOS FILÓSOFOS DE LA REVOLUCIÓN CIENTÍFICA: BACON, DESCARTES, LOCKE, BERKELEY, HUME Y KANT.

- III.1. INTRODUCCIÓN
- III.2. FRANCIS BACON
- III.3. RENÉ DESCARTES
- III. 4. JOHN LOCKE
- III.5. GEORGE BERKELEY
- III.6. DAVID HUME
- III.7. EMMANUEL KANT

I I I . 1 . I N T R O D U C C I Ó N

EN EL capítulo anterior examinamos algunas de las ideas sobre el método científico expresadas por seis eminentes hombres de ciencia del siglo XVII. Continuando con nuestra tarea, en éste resumiremos el pensamiento sobre el mismo tema de un número igual de filósofos famosos del mismo periodo. Conviene reiterar que éste es el primer siglo en que ya es posible distinguir, aunque no siempre con precisión, entre esos dos tipos de sabios. La mayor parte de las veces, la diferencia consiste en que mientras los científicos también son filósofos, (Newton insistía en ser conocido como "Filósofo natural"), los filósofos ya no pueden considerarse como hombres de ciencia. A partir del siglo V a.C., cuando surgieron los primeros filósofos naturales, y hasta bien entrado el siglo XVI d.C., o sea durante poco más de 20 siglos, la ciencia y la filosofía fueron la misma cosa, tuvieron el mismo nombre (*filosofía natural*) y fueron cultivadas sin distinción alguna por Tales, Platón, Aristóteles, Galeno, Avicena y Leonardo. De hecho, a ninguno de estos personajes se le hubiera ocurrido que la separación entre lo que hoy conocemos como filosofía, por un lado, y como ciencia, por el otro, era posible, y mucho menos hubiera podido predecir, ni siquiera como pesadilla, que apenas cuatro siglos más tarde esos dos componentes esenciales del conocimiento humano hubieran podido llegar a ser tan distintos como para dejar de entender sus respectivos contenidos, después sus lenguajes, y finalmente llegar a ignorar no sólo la historia y la importancia de su relación recíproca, sino hasta su existencia mutua

Éste no es el sitio para examinar las causas, los mecanismos y las consecuencias de la bifurcación de la filosofía natural clásica en ciencia y filosofía, ocurrida en el siglo XVII. Aquí me limito a señalarlo, con objeto de justificar la existencia del presente capítulo, que intenta resumir las ideas sobre el método científico de un grupo de personajes del siglo XVII identificados como filósofos. Naturalmente, al iniciarse la separación entre científicos y filósofos, la nueva especie que predominó por un buen tiempo fue la híbrida, o sea el hombre de ciencia que persistió en filosofar (Galileo, Newton, pero sobre todo Leibniz), o el filósofo que todavía conservó el manto de científico (Bacon, Descartes, pero sobre todo Leibniz). Estoy razonablemente convencido de que ninguno de los 12 personajes del siglo XVII incluidos en el capítulo anterior y en éste protestarían si se enteraran de que habían sido clasificados como científicos o filósofos. A pesar de la simetría en los tiempos (ellos están casi seis veces más lejos de sus orígenes, en el siglo de Pericles, que de nuestra era), los hombres

del siglo XVII ya tenían su vista dirigida al futuro y sus esperanzas cifradas en este mundo. Como todos sabemos, ésta fue una de las facetas más importantes de la revolución científica, en vista de que durante toda la Edad Media el interés primario del mundo occidental se orientó al pasado y sus aspiraciones se concentraron en el otro mundo.

Los filósofos del siglo XVII, cuyas ideas sobre el método científico se presentan a continuación, incluyen nombres que nunca he dejado de encontrar en los índices de los textos de filosofía de la ciencia que he consultado; en cambio, dos de ellos (Bacon y Locke) han estado ausentes de un número no despreciable de tratados de filosofía general, que también he leído. De nuevo, éste no es el sitio para analizar el significado de tal asimetría en la apreciación del trabajo filosófico de ciertos personajes históricos, pero tampoco está mal señalar que lo que sigue refleja mucho más mi sesgo personal que la moda filosófica contemporánea.



Francis Bacon (1561-1626) es una de las personalidades más sobresalientes en la historia de la ciencia del mundo occidental. Mis primeros contactos con Bacon fueron todos a través de segundas o hasta de terceras fuentes. Cuando por fin me decidí a leerlo directamente, el resultado fue catastrófico: no entendí casi nada. Creo que la explicación de ese juvenil fracaso es doble y me satisface reconocer que cuando ocurrió tuve conciencia (aunque no muy clara) de sus causas: en primer lugar, los textos de Bacon me presentaron dos grandes obstáculos técnicos, que fueron mi escaso conocimiento del inglés del siglo XVII y de los problemas filosóficos de su tiempo y, en segundo lugar, mi inclinación personal de esa época por el positivismo lógico, tristemente desfasada en el tiempo (unos 30 años) pero no por eso menos sincera y determinante, que me hizo menos fácil la comprensión del mensaje de Bacon.

La carrera de Bacon fue mucho más la de un político y hombre de letras que la de un científico. Desde que ingresó al Trinity College, en Cambridge, a los 13 años de edad, desarrolló una antipatía contra Aristóteles que ya no lo abandonó nunca; posteriormente estudió leyes y a los 25 años de edad ingresó a la barra de abogados. Durante el reinado de Isabel I, Bacon intentó ingresar al gobierno pero a pesar de que su tío era uno de los ministros más importantes, no consiguió nada hasta que Jacobo I llegó al trono. A partir de ese momento la carrera política de Bacon cambió por completo: fue hecho caballero en 1603, abogado general en 1613, consejero privado en 1616, señor cuidador (*Lord Keeper*) en 1617, canciller en 1618, barón de Verulamio en 1618, y vizconde de San Alano en 1621. En esos años felices Bacon escribió y publicó varias de sus obras más importantes, entre ellas *The advancement of learning* ("El avance del conocimiento"), en 1605, y el *Novum Organum* ("El órgano nuevo"), en 1620. Sin embargo, a partir de 1621, la suerte le dio la espalda: a principios de ese año fue acusado en el Parlamento de corrupción en el desempeño de sus labores oficiales como juez y canciller, destituido, multado y encarcelado. El rey canceló la multa y lo liberó de la prisión en unos cuantos días, pero Bacon pasó los últimos cinco años de su vida en desgracia. Sin embargo, la pérdida del poder político no afectó su productividad literaria y en 1623 publicó una nueva edición muy modificada de su *The advancement of learning*, pero esta vez en el Idioma universal" de su tiempo, o sea el latín, con el nombre de *De Dignitate et Argumentis Scientiarum* ("De la dignidad y el crecimiento de la ciencia"), así como la tercera edición muy aumentada de sus *Essays* ("Ensayos") en 1625. Un año después de su muerte se publicó el *New Atlantis* ("Nueva

Atlántida"), obra importante para nuestro interés en el método científico, pero además, en forma intermitente siguieron apareciendo escritos inéditos de Bacon hasta 1727, o sea 101 años después de su muerte.



Francis Bacon (1561-1626).

Todos los biógrafos y apologistas de Bacon aceptan que su héroe no hizo contribuciones importantes a la ciencia, sino que su mérito es fundamentalmente filosófico, aunque en contraste con la postura de Galileo, cuyo objetivo era expresar los fenómenos naturales matemáticamente, la ciencia de Bacon es más bien cualitativa y de carácter taxonómico. Pero Bacon también ha merecido críticas de altos vuelos, que afirman que ni siquiera su filosofía era muy personal o especialmente crítica. Pero hay dos aspectos en los que todos los lectores de Bacon, amigos y enemigos, están de acuerdo: su dominio magistral del idioma inglés (siempre ha figurado como uno de los *verdaderos* autores de la obra de Shakespeare), y la originalidad de sus opiniones sobre el método científico.

Bacon llamó a su libro *Novum organum* para señalar que su método debería reemplazar al entonces promulgado en una recopilación medieval de escritos aristotélicos conocida como *Organon*. Los problemas relacionados con el estudio de la naturaleza que el *Organon* tomaba en cuenta (e incluso, patrocinaba) fueron bautizados como "ídolos" y clasificados en cuatro grupos: 1) los ídolos de la tribu, dependientes de la naturaleza humana, que tienden a aceptar hechos sin documentación adecuada y a generalizar a partir de información incompleta; 2) los ídolos de la cueva, basados en la tradición y en la educación del individuo; 3) los ídolos del mercado, que tienen

que ver con el uso inadecuado del lenguaje; y 4) los ídolos del teatro, que son todos los dogmas incorporados en el periodo en que el individuo todavía no ha desarrollado la capacidad para examinarlos racionalmente (religiosos, culturales y políticos) y que son tan persistentes y tan difíciles de objetivar.

De acuerdo con Bacon, la filosofía aristotélica era un ídolo del teatro que debería ser exhibido y desacreditado, por las siguientes razones: 1) propone la colección accidental y acrítica de datos, sin la guía de alguna idea o hipótesis directriz; 2) generaliza a partir de muy pocas observaciones; 3) se basa en la inducción por simple generalización, que sistemáticamente excluye los experimentos negativos; 4) el valor real y práctico de los silogismos descansa exclusivamente en la definición específica o en la realidad de las premisas; 5) muestra interés excesivo en la lógica deductiva, o sea en la deducción de consecuencias a partir de principios primarios, cuya demostración debe ser inductiva.

El "nuevo" método científico baconiano surgió como un intento de corregir las deficiencias de la teoría aristotélica clásica, pero en realidad sólo aportó dos cosas nuevas: un procedimiento para hacer inducciones graduales y progresivas, y un método de exclusión. Respecto a las inducciones, Bacon postuló que primero debería recopilarse una "serie de historias naturales y experimentales" y hasta no contar con información empírica amplia no dar el siguiente paso, que sería empezar a eliminar algunas posibilidades. Bacon puso como ejemplo la determinación de la causa del calor, para lo que debe hacerse una lista de todas las cosas que sean calientes y otra lista de las que no lo son, así como una lista más de las cosas que muestran distintos grados de calor. En la primera de estas listas ("Tabla de esencia y presencia") se encuentran el Sol, el verano y el fuego, entre muchas otras; en la segunda lista ("Tabla de desviaciones o de ausencia de proximidad") están la Luna, las estrellas, las cenizas mezcladas con agua, y el invierno, también entre otras; y en la tercera ("Tabla de grados o de comparación del calor") tenemos a los planetas, el estiércol, las variaciones de temperatura ambiental, fuegos de distinta intensidad, etc. Con estas tablas ya es posible excluir algunos factores como causa del calor, y Bacon señala que la "luminosidad y el brillo" pueden eliminarse, en vista de que la Luna, aunque posee ambas características, es fría. De esta manera se puede llegar a la primera conclusión sobre la causa del calor, que para Bacon no es otra cosa que el movimiento. El siguiente paso es buscar en otros fenómenos naturales si esa correlación, entre calor y movimiento, se confirma; si es así, puede procederse a establecer una segunda correlación, y repitiendo el proceso cada vez a niveles más altos de generalidad se obtiene mayor confianza en el conocimiento sobre la esencia del calor. Se ha dicho que Bacon pensaba que con este método la generación del

conocimiento científico era algo automático, y el aforismo 61 del Libro I del *Novum Organum* ciertamente así lo sugiere:

THE ADVANCEMENT OF
LEARNING
AND
NEW ATLANTIS
By FRANCIS BACON

With a Preface by THOMAS CASE

London
OXFORD UNIVERSITY PRESS

Edición de dos obras de Francis Bacon, el *Advancement of Learning*, publicado por primera vez en 1605, y la *New Atlantis*, que apareció en 1627.

El curso que propongo para el descubrimiento en las ciencias es tal que deja muy poco a la agudeza y fuerza de la inteligencia, colocando a todas las capacidades mentales y de comprensión en casi el mismo nivel. Porque del mismo modo que al dibujar una línea recta o un círculo perfecto, si se hace simplemente a pulso, mucho depende de la práctica y de la firmeza de la mano, pero si se hace con ayuda de regla o compás, depende poco o nada de tales factores individuales: así es exactamente con mi plan.

Pero con Bacon también sucede que dice una cosa pero hace otra; naturalmente, como no era un investigador científico no es posible cotejar su filosofía con su trabajo en la ciencia, pero en cambio sí podemos hacerlo en su retrato de un país ficticio, la *Nueva Atlántida*, una novela no terminada que describe la forma que tomaría una sociedad organizada de acuerdo con su método de generar conocimiento. Entre los distintos personajes descritos en la *Nueva Atlántida* se encuentran los Depredadores, cuya función era recabar todos los experimentos que se encuentran anotados en los libros, las Lámparas, que se encargan de dirigir nuevos

experimentos, más iluminados y con mayor capacidad para penetrar en la realidad que los ya conocidos, y los Intérpretes de la Naturaleza, cuyo trabajo consiste en elevar los descubrimientos a mejores observaciones, axiomas y aforismos. De modo que en la práctica de la ciencia, en el método baconiano todavía cuentan la agudeza y la fuerza de la inteligencia.

Recogiendo la opinión de la mayoría de los autores que se han ocupado de Bacon, conviene señalar que si su única o principal contribución al desarrollo de la ciencia hubiera sido su filosofía científica (aparentemente antiaristotélica, pero en realidad uno de los principales bastiones del método inductivo-deductivo, inicialmente propuesto por Aristóteles), sería difícil justificar el enorme prestigio de que disfruta, especialmente en los países de habla inglesa. Para muchos, la contribución más importante de Bacon fue su insistencia en que el conocimiento científico no sólo conduce a la sabiduría sino también al poder, y que la mejor ciencia es la que se institucionaliza y se lleva a cabo por grupos de investigadores, en contraste con la que permanece privada y es el resultado del trabajo de individuos aislados. Uno de los baconianos contemporáneos más elocuentes escribe:

Como ya he señalado, la lectura cuidadosa de Bacon revela que lo que está ansioso de alcanzar es el triunfo del método experimental. Este triunfo exige la institucionalización completa de la ciencia a muchos niveles de actividad. En un párrafo (Bacon) engloba brevemente todos los niveles en los que la ciencia opera hoy. "Pienso —escribe proféticamente— que todas esas cosas que pueden ser hechas por algunas personas, pero no por todas, deben considerarse como posibles y factibles; lo mismo para aquellas (cosas) que pueden ser realizadas por muchas gentes juntas, pero no por sujetos aislados; y de igual manera para las (cosas) que pueden alcanzarse a través de varias generaciones, pero no en una sola, y finalmente, para las (cosas) que pueden hacerse con asignaciones y gasto público, y no con empresa y recursos privados. Sólo de esta manera puede mantenerse la continuidad de la tradición científica y fabricarse con éxito los pequeños ladrillos que se usan para construir los grandes edificios.

Finalmente, otro aspecto importante de la filosofía de la ciencia de Bacon es su exclusión de las causas finales del campo de la investigación científica. En otras palabras, Bacon restringió el estudio de las causas de los fenómenos a las formales, materiales y eficientes, en vista de que la búsqueda de las causas finales sólo conducía a disputas verbales que hacían más difícil el progreso de la ciencia. Las preguntas lícitas eran ¿qué?, ¿cómo? y ¿por qué?, mientras que ¿para qué? quedó excluida no sólo por sus resonancias teológicas, sino por la falta absoluta en su tiempo de

conceptos y mecanismos posibles para explicar el comportamiento adaptativo como consecuencia de un programa, en vez de un propósito predeterminado. De hecho, la pregunta ¿para qué? no recuperó su honestidad y vigencia científicas sino hasta 1953, con el descubrimiento de la estructura molecular del ADN, que de golpe permitió explicar en términos bioquímicos (o sea, mecanicistas y deterministas) la naturaleza real del comportamiento intencionado y aparentemente movido por un fin predeterminado. Bacon nunca se imaginó que algún día sería posible reducir y explicar las causas finales aristotélicas al mismo nivel que las causas formales, materiales y eficientes, pero no creo que esto proyecte la menor sombra en su egregia e inmortal figura.



I I I . 3 . R E N É D E S C A R T E S

De acuerdo con Russell, Descartes:

[...] Es generalmente considerado como el fundador de la filosofía moderna y, yo pienso, correctamente. Es el primer hombre con elevada capacidad filosófica cuya visión está profundamente afectada por la nueva física y la nueva astronomía. Aunque es cierto que todavía conserva mucho del escolasticismo, no acepta las bases establecidas por predecesores sino que intenta construir un edificio filosófico completo *de novo*. Esto no ocurría desde Aristóteles y es un signo de la nueva confianza derivada del progreso de la ciencia. En su trabajo hay una frescura que no se encuentra en ninguno de los filósofos eminentes desde Platón.

Descartes pertenecía a una familia acomodada (su padre era consejero del Parlamento de Bretaña) por lo que nunca tuvo que trabajar para ganarse la vida. Fue educado durante ocho años en el colegio jesuita de La Flèche y posteriormente estudió leyes en la Universidad de Poitiers. En 1617 ingresó al ejército holandés, pero como ese país estaba en paz, disfrutó de dos años para filosofar tranquilo. En este periodo conoció a Isaac Beekman, un físico que lo estimuló a realizar más estudios matemáticos, de lo que resultó el desarrollo de la geometría analítica. Con el inicio de la guerra de los Treinta Años, Descartes se alistó en el ejército de Baviera, en 1619, y fue en el invierno de ese año que, según él mismo cuenta en su *Discours de la méthode*, una mañana hacía tanto frío que se metió en una estufa y se quedó meditando todo el día; cuando por fin salió, su filosofía ya estaba a medio terminar. En 1621 se dio de baja del ejército y después de viajar por Italia se estableció en París, en 1625. Pero tres años más tarde ya estaba otra vez en el ejército, esta vez en el que tenía sitiada a La Rochelle, en la campaña contra los hugonotes. Al terminar este episodio Descartes se quedó a vivir en Holanda por veinte años (1629-1649), probablemente para evitar el riesgo de ser acusado y perseguido por católicos fanáticos, en vista de que compartía las ideas herejes de Galileo, cuya primera condena había ocurrido en 1616. Por la misma razón Descartes no publicó entonces su gran libro *Le Monde*, donde sostenía que la Tierra gira y que el Universo es infinito, dos afirmaciones que lo hubieran llevado de inmediato ante el Santo Oficio. Sin embargo, ni en Holanda se libró Descartes de la intolerancia religiosa, ya que los protestantes fanáticos señalaron que sus ideas favorecían al ateísmo y la Universidad de Leyden prohibió que se le mencionara, en pro o en contra. Por fortuna, el príncipe de Orange evitó que estas manifestaciones del oscurantismo afectaran a su ilustre huésped.

En septiembre de 1649 Descartes viajó a Estocolmo, respondiendo a la invitación que le hizo la reina Cristina para ocupar el cargo de filósofo real; Descartes se enteró demasiado tarde de que tal posición requería lecciones diarias a la reina, pero como su majestad estaba tan ocupada, tenían que darse a las 5:00 AM. Para un filósofo acomodado que casi nunca se levantaba antes del mediodía, y mucho menos en el crudo invierno sueco, tal régimen resultó letal y Descartes falleció a principios de 1650.



René Descartes

De la misma manera que Bacon, Descartes concibió a la ciencia como una pirámide cuya cúspide estaba ocupada por los principios o leyes más generales de la realidad; pero mientras Bacon llegaba a esa cúspide por medio de inducciones progresivas, basadas en series generosas de observaciones y experimentos, Descartes propuso que el conocimiento científico se inicia en la cumbre y de ahí procede hacia abajo, siguiendo el camino de la deducción, hasta llegar a la base, o sea la naturaleza real. Esa proposición tiene varias implicaciones filosóficas fundamentales, pero aquí sólo mencionaremos una: que la certeza en el conocimiento puede alcanzarse *a priori*, o sea en ausencia (por ignorancia o por decisión consciente) de la realidad. Todos conocemos el famoso párrafo en que Descartes encuentra su primer principio, *cogito ergo sum*:

A pesar de que quería pensar que todo era falso, era necesario aceptar que el yo que pensaba era algo; y basado en esta verdad, *pienso, luego existo*, tan sólida y tan cierta que ni siquiera las suposiciones más extravagantes de los escépticos podían afectarla; juzgué que podía recibirla sin

escrúpulos como el principio inicial de la filosofía que yo buscaba.

El siguiente paso fue examinar por qué el *cogito ergo sum* es tan evidente, y la respuesta es porque lo concebimos en forma clara y precisa. Lo claro es lo que se presenta de inmediato a la mente, mientras que lo preciso es lo que es claro y sin condiciones, o sea que es evidente. A continuación Descartes procede a demostrar la existencia de Dios, a través de la idea de la "perfección", un concepto típicamente escolástico. Descartes acepta que él es imperfecto, pero que para percibirlo debe poseer también la idea de lo perfecto. Tal idea no hubiera podido ingresar a su mente si no existiera un ser perfecto que la originara. Por lo tanto, Dios, el Ser Perfecto, existe. Y como es perfecto, no tolera ni patrocina engaños, por lo que su existencia es una garantía de que todo aquello que percibimos en forma clara y precisa es cierto. La circularidad del argumento cartesiano fue percibida, en forma "clara y precisa" por Arnauld, unos cuantos años después de la muerte de Descartes.

Después de establecer su propia existencia como un ser pensante, las propiedades esenciales de las cosas ciertas, y la existencia de Dios, Descartes dirigió su atención al mundo de la realidad. Aquí se nos muestra extrañamente aristotélico, pues de acuerdo con Galileo distingue entre cualidades primarias y secundarias: las primarias son las que las cosas deben poseer para ser cosas (como extensión, flexibilidad y movilidad) mientras que las secundarias son las percibidas por los sentidos (como calor, sonido, sabor, olor y otras más) y dependen de la existencia del sujeto. Las cualidades primarias son intuitas por la mente, que de esa manera resulta ser más confiable que los sentidos. De importancia para el método científico, Descartes pensaba que los fenómenos macroscópicos podían explicarse a partir de interacciones microscópicas, analizadas en forma cuantitativa; de hecho, restringió el contenido de la ciencia a aquellas cualidades que pueden expresarse matemáticamente y compararse en forma de relaciones. Es por esta razón que se acepta que la filosofía de la ciencia de Descartes es una combinación de conceptos arquimedianos, pitagóricos y atomistas.

Deben mencionarse otros dos aspectos más de la filosofía cartesiana, que son el dualismo y el mecanicismo. En relación al primero, con Descartes culminó la evolución del dualismo iniciado por Platón y continuado por los filósofos escolásticos de la Edad Media, con la postulación de dos mundos paralelos pero independientes e incapaces de interactuar entre sí: el cuerpo y la mente. Aunque anteriormente ya se aceptaba que el cuerpo no mueve a la mente, la idea de que la mente no mueve al cuerpo era nueva; para explicar por qué algunas veces el cuerpo y la mente parecen funcionar acoplados, Descartes usa el símil de dos relojes

que estuvieran contruidos de tal manera que cuando uno marca las 12, el otro también. En relación con el mecanicismo, la filosofía cartesiana es rígidamente determinista, de modo que tanto la materia inerte como los organismos vivos obedecen las leyes de la física; de hecho, todos sabemos que Descartes consideraba a los animales como máquinas o autómatas, cuyo comportamiento simplemente parece dirigido a alcanzar ciertos objetivos pero en realidad es puramente mecánico. Si esto es cierto de los movimientos del cuerpo, lo mismo debería ser cierto de los giros de la mente, con lo que Descartes se encontró con problemas acerca del libre albedrío humano, un concepto crucial para la Iglesia



Frontispicio del libro *Discours de la Méthode*, de René Descartes, publicado en 1637.

Procediendo por deducción a partir de sus principios intuitivos más generales, Descartes intentó formular algunas leyes físicas pero se dio cuenta que no podía llegar muy lejos:

Primero he tratado de descubrir generalmente los principios o causas primeras de todo lo que es o puede haber en el mundo... Después de esto consideré cuáles son los efectos primarios y más comunes que pueden deducirse de esas causas, y me parece que de esta manera descubrí los cielos, las estrellas, la Tierra, y en ella agua, aire, fuego, los minerales y algunas otras cosas que son las más comunes y simples de todo lo que existe, y por lo tanto las más fáciles de conocer. Entonces, cuando quise descender a las que son

más particulares, se presentaron ante mí tantos objetos de distintos tipos que pensé que no era posible para la mente humana distinguir las formas o especies de cuerpos que existen en la Tierra de la infinidad de otros que podaran existir si la voluntad de Dios hubiera sido colocarlos en ella. Pero debo confesar que el poder de la naturaleza es tan amplio y tan vasto, y estos principios son tan simples y generales, que yo no observé casi ningún efecto particular en el que no pudiera de inmediato reconocer que podría deducirse de los principios de muchas maneras diferentes, y mi mayor problema generalmente es descubrir por cuál de estas maneras se ha llevado a cabo. En este contexto no conozco otro plan que, de nuevo, trate de encontrar experimentos de tal naturaleza que su resultado sea diferente si debe ser explicado por uno de los métodos, de cómo sería si tuviera que explicarse por el otro.

Lo que Descartes dice es que sin contacto con la naturaleza, su método científico se detiene al nivel de lo que pudiera ser, o sea que llega al umbral de muchas realidades posibles, todas ellas igualmente compatibles con los principios generales generados intuitivamente; para continuar con la deducción es necesario determinar directamente cuál es la realidad verdadera, anotando con cuidado las condiciones en que tal realidad ocurre. Por lo tanto, una de las funciones más importantes de la observación o el experimento en el método científico cartesiano es delimitar las circunstancias necesarias para que se den fenómenos específicos. Con esta conclusión, parecería inexacto presentar a Descartes como la antítesis de Bacon; sin embargo, la aparente coincidencia no es real ni mucho menos, en vista de que Descartes negó rotundamente que fuera posible inducir leyes importantes de la naturaleza por medio de la colección y comparación de series de observaciones individuales de la realidad.

Finalmente, conviene reiterar que, también en el caso de Descartes, el método científico que él propuso no coincide con el que él mismo siguió para hacer sus importantes contribuciones científicas, tanto en óptica como en geometría analítica; en otras palabras, Descartes es otro ejemplo de falta de correlación entre lo que el hombre de ciencia dice que hace y lo que realmente hace.



III . 4 . J O H N L O C K E

A diferencia de Bacon y Descartes, que a pesar de ser principalmente filósofos hicieron (o intentaron hacer) contribuciones científicas en sus ratos libres, John Locke (1632-1704) fue un filósofo de tiempo completo. Su educación inicial fue en clásicos y en literatura, pero posteriormente estudió medicina y hasta la ejerció, aunque por poco tiempo. Ingresó al servicio de lord Shaftesbury en 1666 como consejero, médico y amigo, y cuando este político cayó y tuvo que refugiarse en Holanda, Locke lo acompañó y permaneció en ese país hasta la revolución de 1688, en que volvió a Inglaterra. Fue durante su estancia en Holanda que terminó de escribir su famoso *Essay concerning human undurstanding* ("Ensayo sobre el entendimiento humano"), que apareció en 1690; de hecho, casi todos sus escritos importantes datan de un breve periodo posrevolucionario, comprendido entre 1687 y 1693. La filosofía política de Locke tuvo grandes repercusiones, no sólo en Inglaterra y posteriormente en EUA sino también en Francia, donde gracias a Voltaire su prestigio era enorme e inspiró a los reformistas moderados y a los *philosophes*. Sin embargo, de este aspecto de las ideas de Locke no diremos nada, porque tuvieron poca trascendencia en su teoría del conocimiento.

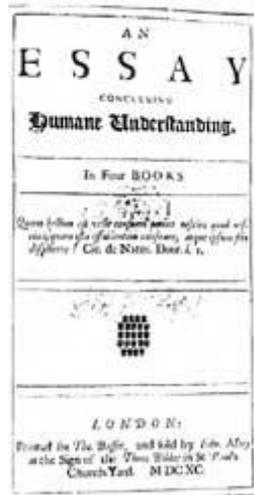
Locke es considerado como el fundador del empirismo, la doctrina que postula que todo el conocimiento (con la posible excepción de la lógica y las matemáticas) se deriva de la experiencia. Por consiguiente, se opone radicalmente a Platón, a los filósofos escolásticos y sobre todo a Descartes, al afirmar que no existen ideas o principios generales intuitivos o *a priori*. Locke dice:



John Locke (1632-1704)

Supongamos entonces que la mente sea, como decimos, papel blanco, ausente de todos los símbolos y de todas las ideas; ¿cómo es que se llena de ellos? ¿De dónde le llega esa inmensa colección que la activa e ilimitada inclinación humana ha pintado en ella con una variedad casi infinita? A esto contesto con una sola palabra: de la experiencia, en la que se funda todo nuestro conocimiento y de la que, en última instancia, todo él se deriva.

Nuestras ideas provienen de dos fuentes distintas, las sensaciones y la percepción de la operación de nuestra mente. Si sólo somos capaces de pensar con nuestras ideas, y todas las ideas provienen de la experiencia, es evidente que ninguna parte del conocimiento antecede a la experiencia. Pero una vez recibidas las sensaciones, la mente hace muchas cosas más con ellas que simplemente registrarlas: las analiza, las compara, las combina para formar ideas más complejas, las integra para construir conceptos más elaborados. Pero de todos modos, la percepción es el primer paso en el conocimiento. El empirismo parece obvio hoy, pero en el siglo XVII la opinión que prevalecía era que la mente podía conocer toda clase de cosas *a priori*, por lo que la postura de Locke era una doctrina nueva y revolucionaria. Con la filosofía empírica Locke intentó apoyar al mecanicismo de su tiempo y al principio de la causalidad; con relación al mecanicismo, aunque adoptó diversas formas, todas tenían en común la creencia de que existe un mundo de átomos o corpúsculos que subyace al mundo visible y cuyas interacciones y colisiones, así como sus atributos intrínsecos, explican los fenómenos de la experiencia cotidiana. Locke sostuvo que las cualidades primarias de los objetos (solidez, extensión, forma, movimiento o reposo y número) no sólo se percibían directamente a través de los sentidos sino que además eran las responsables de producir las sensaciones de las cualidades secundarias, como olor, sabor, color y otras. Además, estas cualidades primarias percibidas en los objetos existen porque sus componentes invisibles (átomos o corpúsculos) también las poseen, aunque nosotros no podemos apreciarlas directamente; además, como los átomos de un objeto pueden interactuar con los de otro objeto, alterando la capacidad de éstos para incidir en nuestros sentidos, resulta muy difícil o imposible imaginar la manera como los átomos producen sensaciones. De hecho, Locke señala que tal conocimiento sólo podrá alcanzarse por revelación divina.



Frontispicio del libro *An Essay Concerning Human Understanding*, de John Locke, publicado en 1690.

La defensa de la causalidad hecha por Locke se relaciona con su idea del "poder", aunque la palabra se usa de manera muy distinta a como la entendían sus contemporáneos o a como la entendemos nosotros. Según Locke, cuando pensamos en objetos corporales combinamos tres clases de ideas: cualidades primarias, cualidades secundarias y "poder":

...Lo amarillo no se encuentra en el oro, sino que es un poder del oro para producirnos esa idea a través de la vista cuando está iluminado de manera adecuada; y el calor que no podemos eliminar de nuestra idea del Sol, realmente no está más en el Sol que el color blanco que produce en la cera

En sentido estricto, la noción de "poder" de Locke es ilegítima dentro del empirismo, ya que lo que se observan son fenómenos, no "poderes" con propiedades causales. Para ser congruente, Locke debería haberse limitado, como lo hizo Hume posteriormente (véase *infra*, p. 96), a registrar secuencias constantes. Pero Locke no estaba tratando de ser congruente sino de mantenerse dentro del sentido común, por lo que también señala:

En el registro que nuestros sentidos llevan de la vicisitud constante de las cosas, no podemos dejar de observar que ciertos eventos individuales, tanto cualidades como sustancias, inician su existencia, y que la reciben gracias a la aplicación y operación adecuadas de algún otro evento. De esta observación derivamos nuestras ideas de *causa y efecto*.

Conviene mencionar la crítica del empirismo al concepto aristotélico de "esencia", a partir del cual sería posible deducir las propiedades de las cosas. De acuerdo con Locke y los empiristas, lo único que realmente puede *existir* son las cosas individuales; es posible que tengan una "esencia", pero si es la escolástica, es imposible conocerla. En realidad, el concepto de "esencia" es puramente verbal, se trata de la definición de un término genérico. Por ejemplo, discutir si la "esencia" de un objeto es puramente extensión, o extensión más solidez, es discutir sobre palabras; la voz *objeto* se puede definir de cualquiera de las dos maneras. De modo que la "esencia" aristotélica y con ella el esencialismo y el idealismo, se eliminan de la filosofía (en realidad, sólo se han barrido debajo de la alfombra, de donde seguirán surgiendo en forma reiterada pero aperiódica hasta nuestros días) y con Locke triunfa el nominalismo, aunque no se trata de haber ganado la guerra, sino simplemente una batalla en el siglo XVIII.

El empirismo ha sido acusado de muchas cosas a través de la historia, y casi todas las acusaciones han tenido gran parte de razón. Una de las acusaciones más graves (que comparte con el idealismo) es que no explica cómo es que poseemos conocimiento de algo más que no sean nuestras ideas y las operaciones de nuestra mente. Locke dice:

En vista de que la mente, en todos sus pensamientos y razonamientos, no incluye más que sus propias ideas, que es la única que puede contemplar, es evidente que nuestro conocimiento sólo se refiere a ellas.

La conclusión obvia de este argumento es que todo el mundo exterior, incluyendo a las demás gentes, nos está vedado, porque aunque realmente exista de manera independiente, para nosotros sólo son ideas registradas en nuestra mente. Tanto el empirismo lockeano como el idealismo nos dejan a cada uno encerrado en sí mismo y sin capacidad alguna de conocer a la realidad externa. No conozco mejor salida de este dilema que la de Russell:

Todavía nadie ha logrado inventar una filosofía simultáneamente creíble y congruente. Locke deseaba credibilidad y la alcanzó a expensas de esto. La mayoría de los grandes filósofos han hecho lo contrario. Una filosofía que no es congruente no puede ser completamente cierta, pero una filosofía que lo es puede muy bien ser totalmente falsa. Las filosofías más fructíferas han contenido inconsistencias estridentes, pero por esa misma razón han sido parcialmente ciertas. No hay razón alguna para suponer que un sistema congruente contiene más verdad que otro que, como el de Locke, está obviamente más o menos equivocado.

I I I . 5 . G E O R G E B E R K E L E Y

De acuerdo con el empirismo anterior a Berkeley, el universo de las sensaciones se consideraba como real y percibible, aunque no relacionado con la realidad externa, mientras que el mundo sensible y material se aceptaba como verdadero (si es que existía) pero imperceptible, e incluso había argumentos para dudar de su existencia. Con toda la energía, pero también la inconciencia de la juventud, Berkeley dio el siguiente paso y afirmó categóricamente que *ser es ser percibido*, o sea que lo único que posee existencia real es el mundo de las sensaciones, mientras que la realidad externa no sólo no puede percibirse sino que además no existe. George Berkeley (1685-1753) nació en Irlanda y se educó en el Trinity College de Dublín; católico anglicano devoto, sus mejores esfuerzos juveniles fructificaron en su importante libro *The principles of human knowledge* ("Los principios del conocimiento humano"), publicado cuando Berkeley tenía 25 años de edad, que resultó demasiado hostil a los lectores de su tiempo, así como en su obra *Three dialogues between Hylas and Philonous* ("Tres diálogos entre Hilas y Filono"), aparecido tres años más tarde, en donde intentó presentar las mismas ideas en forma más accesible, con igual poca fortuna. En 1724 fue nombrado canónigo de Derry, pero se interesó más en fundar un colegio católico en las islas Bermudas y con este motivo viajó a nuestro continente y vivió en Rhode Island por tres años (1728-1731); sin embargo, su proyecto fracasó por razones económicas y Berkeley regresó a Irlanda. En 1734 fue nombrado obispo de Cloyne, donde permaneció hasta su muerte. Éste es el Berkeley de quien la ciudad norteamericana así llamada, sede de un importante centro universitario en el estado de California, deriva su nombre.

La filosofía científica de Berkeley ha sido bautizada como empirista, positivista instrumentalista, fenomenológica y teísta. Naturalmente, tales categorías no existían en su tiempo y me gustaría creer que el propio Berkeley las hubiera rechazado como superficiales y estrechas. Pero en nuestra época, la proliferación de distintas posturas filosóficas sobre la ciencia, con su amplia y generosa diversidad, ha justificado el desarrollo de una rica y original taxonomía para denominar a cada una de las nuevas "escuelas". Cuando se examina el pensamiento filosófico original de Berkeley (así como el de cualquier otro científico o filósofo del pasado), conviene hacerlo tomando en cuenta las categorías importantes en su propio tiempo.

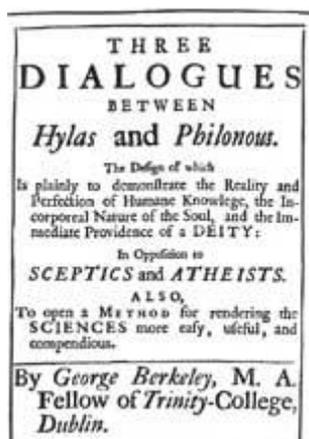


George Berkeley (1685-1753)

Berkeley fue uno de los primeros críticos de Newton, aunque su filosofía surgió como consecuencia de haber leído el *Ensayo sobre el entendimiento humano* de Locke, que como hemos mencionado, apoyaba y extendía las ideas de Newton. Berkeley rechazó la dicotomía entre la materia o sustancia, por un lado, y las diferentes cualidades que percibimos en ella con nuestros sentidos, por el otro; con un espíritu todavía más empirista que el de Locke, señaló que como lo único que realmente percibimos son las cualidades, mientras que la materia nada más la suponemos, ésta debería eliminarse, dejando a la realidad formada sólo por dos elementos: las mentes y las ideas que éstas experimentan directamente. De aquí surge el famoso *esse est percipi*, cuya única excepción (para Berkeley) es Dios. Las cosas que llenan este mundo existen gracias a que son percibidas por Dios, pero su poder es tan grande que a través de él nosotros también las percibimos. Finalmente, Berkeley señala que también la secuencia ordenada y racional con que percibimos el mundo no proviene de éste sino del único cuyas ideas son por definición ordenadas y racionales, o sea de Dios.

La filosofía de la ciencia de Berkeley se deriva de su epistemología, que no requiere del andamiaje metafísico necesario para demostrar la existencia de Dios: como buen idealista, postula que nuestras experiencias de los fenómenos reales sólo son secuencias de ideas que ocurren en la mente, sin relación causal alguna con el mundo exterior; como buen fenomenólogo, señala que la "negrura" de la noche o el sabor de un dulce son los únicos objetos del conocimiento; como buen instrumentalista, critica a Newton por su transformación de términos matemáticos en entidades "reales", señalando que el propio Newton había dicho que una cosa era formular correlaciones matemáticas que incluían fuerzas y otra totalmente distinta era intentar descubrir la naturaleza "real" de tales fuerzas. Se trata de un caso típico de

reificación de entidades puramente matemáticas, como faenas "atractivas", "cohesivas" o "disolutivas". Por lo tanto, puede decirse que la posición de Berkeley ante las leyes de la mecánica newtoniana era claramente idealista, fenomenológica, instrumentista y positivista. En su esfuerzo por establecer una teoría racional del conocimiento totalmente consistente, Berkeley sacrificó su credibilidad. Al enterarse el doctor Johnson, durante un paseo con su sempiterno secretario Boswell, de que Berkeley negaba la existencia del mundo exterior, pateó una gran piedra mientras decía: "¡Así es como lo refuto!" A pesar del peso histórico de esta anécdota, el irascible doctor Johnson no estaba refutando nada, sino simplemente generando ciertas sensaciones diferentes en su pie.



Frontispicio del libro *Three Dialogues Between Hylas and Philonous*, de George Berkeley, publicado en 1713.

Pero Berkeley anticipó con gran claridad el siguiente y último paso del empirismo, dado por Hume, que fue el reconocimiento de las dificultades implícitas en la teoría filosófica de la causalidad y de lo que posteriormente se ha conocido como el "problema de la inducción". En 1710, Berkeley escribió:

Es claro que los filósofos se divierten en vano, cuando se preguntan por causas naturales eficientes, distintas de la mente o del espíritu... por medio de la observación diligente de los fenómenos que percibimos podemos descubrir *las leyes generales de la naturaleza, y a partir de ellas deducir otros fenómenos*; no digo *demostrar*, porque todas las deducciones de este tipo se basan en el supuesto de que el Autor de la naturaleza siempre opera de manera uniforme y

en obediencia constante de las reglas que tomamos como principios, *lo que evidentemente no podemos saber.*



I I I . 6 . D A V I D H U M E

David Hume (a quien los ingleses identifican como "un filósofo inglés", mientras que el resto del mundo, con gran satisfacción de los escoceses, reconoce como "un filósofo escocés") nació en Edimburgo en 1711 y murió a los 65 años de edad, culminando una vida caracterizada por inmensa y original creatividad filosófica, pero vivida en ausencia casi total de reconocimientos oficiales. Hume estudió leyes en la Universidad de Edimburgo pero abandonó la carrera antes de terminarla, en aras de su interés en la filosofía. A los 29 años de edad publicó su primer libro, *A treatise of human nature* ("Tratado de la naturaleza humana") que según el propio autor "nació muerto de las prensas" pero que lo estimuló a dar a luz un año más tarde a un Sumario del mismo libro, y siete años después, al *Enquiry concerning human understanding* ("Investigación sobre el conocimiento humano"), que contiene como capítulo x su famoso ensayo sobre los milagros, y que además fue el libro que despertó a Kant de sus "sueños dogmáticos". También escribió sus polémicos *Dialogues concerning natural religion* ("Diálogos sobre la religión natural") que, por instrucciones del propio Hume, se publicaron hasta después de su muerte, en 1779. Esta decisión, así como todo lo demás que se sabe de Hume, es compatible con lo que él mismo escribió en su "oración fúnebre":

Yo era un individuo de disposición moderada, con dominio de mi temperamento, de humor abierto, sociable y alegre, capaz de establecer amistades, con poca susceptibilidad a hacer enemigos y con gran moderación de todas mis pasiones. Hasta mi gran amor por la fama literaria, mi principal pasión, nunca me agrió el carácter, a pesar de mis frecuentes decepciones.



David Hume (1711-1776)

Hume llevó el empirismo de Locke y Berkeley hasta sus últimas consecuencias, haciéndolo al mismo tiempo congruente e increíble; de hecho, ni el mismo Hume pudo actuar en forma rigurosa de acuerdo con sus propias ideas, ni tampoco pudo encontrarle solución a los problemas creados por ellas. Al principio de su *Treatise*, Hume acepta la inexistencia de las ideas o conceptos *a priori* pero en cambio diseña las "ideas" de Locke en dos clases diferentes, las *impresiones*, derivadas de las sensaciones recogidas por los sentidos, y las *ideas*, conjuradas por la mente. En cada una de estas dos clases de eventos mentales se distinguen tipos simples y complejos, y absolutamente nada más. Una impresión simple sería la producida por la percepción del canto de un pájaro, mientras que una idea simple sería la imagen de un pájaro conjurada por la mente. Aquí Hume reitera que existe una relación muy cercana entre las impresiones y las ideas simples, en vista de que las segundas siempre se derivan de las primeras; en cambio, las ideas complejas pueden construirse a partir de las ideas simples y no pertenecer a ningún objeto real, como la idea del unicornio o del pegaso, o (el ejemplo de Hume) la idea de una ciudad con calles recubiertas de oro y paredes de rubíes. El hecho es que los elementos que contribuyen a una idea compleja provienen, en última instancia, de impresiones sensoriales o de definiciones ostensivas. Éste es uno de los credos del empirismo.

Hume también eliminó el concepto de sustancia de la psicología, que ya Berkeley había expulsado de la física, al negar que exista la impresión (y por lo tanto, la idea) del "yo", ya que la introspección siempre es de algún dato sensorial, como luz, calor, odio, dolor o placer, pero nunca del "yo". En otras palabras, las ideas no percibidas de cosas o eventos siempre pueden definirse en términos de impresiones percibidas de cosas o eventos, por lo que sustituyendo el término definido por la definición se puede señalar lo que se sabe empíricamente, obviando la necesidad de introducir cosas o eventos no percibidos. Esto se deriva del credo empirista mencionado antes, y en los tiempos de Hume tenía gran importancia, en vista de que se deshacía no sólo de la noción metafísica de "sustancia", sino también de la noción teológica de "alma", y de la noción epistemológica de "sujeto" y "objeto". Naturalmente, el argumento no prueba la inexistencia de tales nociones, sino sólo nuestra incapacidad para afirmar o negar su existencia.

En la sección titulada "Sobre el conocimiento y la probabilidad", de su mismo *Treatise*, Hume examina los problemas relacionados

con el conocimiento obtenido a partir de datos empíricos por medio de inferencias no demostrativas, que es prácticamente todo el conocimiento excepto la lógica, las matemáticas y la observación directa. Hume señala que existen siete clases de relaciones filosóficas: semejanza, identidad, relaciones de tiempo y sitio, proporción en cantidad, grado de cualquier cualidad, contradicción y causalidad. Estas siete clases de relaciones pueden dividirse en dos tipos: las que dependen exclusivamente de las ideas, y las que pueden cambiar sin modificar a las ideas. Entre las primeras están semejanza, contradicción, grados de cualidad y proporciones de cantidad o número, que son las que generan conocimiento cierto; en cambio, entre las segundas están la identidad, las relaciones espacio-temporales y de causalidad, que conducen a conocimiento probable. Las matemáticas (la aritmética y el álgebra, pero no la geometría) son las únicas ciencias, según Hume, que toleran razonamientos prolongados sin pérdida de la certeza. Tanto la identidad como las relaciones espacio-temporales pueden apreciarse directamente y dan origen a impresiones, mientras que la causalidad es una forma de relación que nos permite inferir una cosa o evento a partir de otra. En efecto, podemos percibir que *A* es idéntica a *B*, o bien que *A* está debajo o encima de *B*, o que *A* aparece antes o después de *B*, pero no podemos percibir que *A* causa a *B*; no tenemos una *impresión* de la relación causal. Tanto la filosofía escolástica como la cartesiana consideran a la conexión causa-efecto como lógicamente necesaria, del mismo modo que las operaciones matemáticas (las correctas, desde luego) son lógicamente necesarias. Hume fue el primero en refutar este concepto, señalando que la causalidad no puede descubrirse entre las propiedades de los distintos objetos o eventos:

No existe ningún objeto que implique la existencia de otro cuando consideramos a ambos objetos en sí mismos, sin mirar más allá de las ideas que nos formamos de ellos.

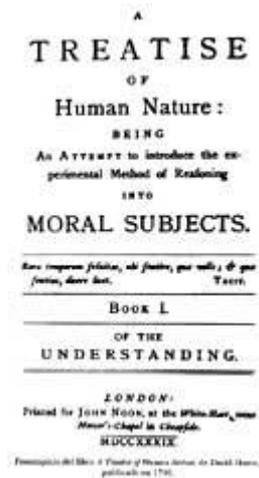
Los filósofos (no todos, por cierto) usan con frecuencia el ejemplo de una bola de billar *A* que es impulsada por el jugador en dirección a la bola de billar *B*, se mueve hacia ella hasta que la golpea, con lo que la bola *B* se mueve. En este caso la bola *A* se describe como la causa del movimiento de la bola *B*, aunque la relación entre las dos bolas es física, no lógica; obviamente, hay una conexión entre los movimientos de *A* y *B*, pero la conexión se describe y se explica de acuerdo con las leyes de la física, no de la lógica. Hume hizo ver que el examen de relaciones causales empíricas, como el ejemplo de las bolas de billar, revela a nuestros sentidos que los agentes causales siempre preceden a los efectos y ocurren en contigüidad con ellos, pero nada más. Si no existe una conexión lógica que podamos llamar causal, entonces debe ser la experiencia la que nos hace anticipar que la aparición del objeto o

evento *A* será seguida por *B*. De esta manera, Hume define la causa como:

Un objeto precedente y contiguo a otro, y unido a él en la imaginación de tal manera que la idea de uno determina en la mente la formación de la idea del otro, y la impresión de uno la formación de una idea más viva del otro.

Esta conclusión de Hume tiene dos consecuencias importantes para la estructura del método científico: en primer lugar, se opone a la consideración de que los mismos efectos tengan siempre las mismas causas, o sea que se opone al concepto de la regularidad de la naturaleza; en segundo lugar, invalida el uso de la inducción por enumeración para alcanzar generalizaciones válidas en el conocimiento. Antes de examinar estas dos importantes consecuencias del análisis de la causalidad por Hume, conviene señalar que él mismo usa a la causalidad igual que todos los demás mortales, al señalar que nuestra expectativa de *B* al percibir *A* se basa en las experiencias repetidas de la secuencia mencionada. Aquí el conjunto de tales experiencias es la *causa* de nuestra expectativa, y si tomamos a Hume en serio, lo que realmente ha ocurrido es que las experiencias preceden y son contiguas con la expectativa, pero su conexión no es lógica y por lo tanto puede no repetirse. Russell da el siguiente ejemplo:

Veo una manzana y espero que, si la como, experimentaré un tipo definido de sabor. De acuerdo con Hume, no hay razón alguna para que yo perciba tal sabor: la ley de la costumbre explica mi expectativa pero no la justifica. Pero la ley de la costumbre es ella misma una ley causal. Por lo tanto, si tomamos a Hume en serio debemos decir: aunque en el pasado la vista de una manzana ha ido unida a la expectativa de cierto tipo de sabor, no hay ninguna razón para que siempre ocurra así; quizá en la próxima oportunidad en que vea una manzana esperaré que sepa a *roast beef*. En este momento, es posible que usted considere tal cosa como poco probable, pero no hay razón alguna para esperar que, dentro de cinco minutos, la siga considerando poco probable.



Frontispicio del libro *A Treatise of Human Nature*, de David Hume, publicado en 1740.

Respecto al concepto de la regularidad de la naturaleza, es obvio que está basado en el principio de que los mismos efectos siempre estarán precedidos por las mismas causas. Las ideas de Hume lo ponen en entredicho:

Todas las inferencias hechas a partir de experiencias presuponen como su base que el futuro será semejante al pasado y que poderes semejantes irán unidos a cualidades sensibles similares. Si existe la menor sospecha de que el curso de la naturaleza pueda cambiar de modo que el pasado ya no determine la regla del futuro, toda la experiencia se vuelve inútil para apoyar inferencia o conclusión alguna. Por lo tanto, es imposible que algún argumento basado en la experiencia pueda demostrar la semejanza del pasado con el futuro, ya que todos los argumentos se fundan en la suposición de tal semejanza.

El escepticismo de Hume lo lleva a negar la posibilidad del conocimiento racional y a postular que todo lo que creemos se basa más bien en nuestros sentimientos que en nuestra razón. Hume reconoce que el filósofo escéptico sabe lo anterior, y también que:

La duda escéptica, tanto en relación con la razón como con los sentidos, es una enfermedad que nunca puede curarse por completo sino que recurre constan teniente, a pesar de que tratemos de alejarla y a veces nos sentimos completamente libres de ella... Lo único que nos puede aliviar son el descuido y la desatención. Por este motivo yo descanso por

completo en ellos, y le aseguro al lector que cualquiera que sea su opinión en este momento, dentro de una hora estará persuadido de la existencia de un mundo interno y un mundo externo.

El rechazo del principio de la inducción es quizá la parte medular del escepticismo de Hume. Ya hemos mencionado que este principio se originó en Aristóteles, fue adoptado por Bacon con su *Novum Organum*, y es una de las bases del método científico newtoniano. Sin embargo, los argumentos lógicos de Hume parecerían sugerir que es imposible llegar al conocimiento de principios generales verdaderos sobre la naturaleza a partir de observaciones externas individuales. Para ser filosóficamente aceptable, el principio de la inducción debe poderse derivar de otro principio independiente y no basado en la experiencia, por lo que puede concluirse que Hume demostró que el empirismo puro no es suficiente para el desarrollo de la ciencia. Pero si sólo se admite este principio (el de la inducción), todo lo demás ya puede proceder de acuerdo con el empirismo más riguroso. Sin embargo, tal admisión haría que los empiristas preguntaran por qué, si ya se ha admitido un elemento no empírico en la ciencia, no se pueden admitir otros, lo que sería muy difícil de contestar. Para Russell:

Lo que los argumentos (de Hume) prueban —y yo pienso que la prueba no es refutable— es que la inducción es un principio lógico independiente, incapaz de ser inferido ya sea de la experiencia o de otro principio lógico, pero que sin la inducción la ciencia es imposible.

En su conferencia "Herbert Spencer" dictada en 1981, el doctor Henry Harris, profesor *Regias* de medicina en Oxford, examina con claridad varios de los problemas actuales de la filosofía de la ciencia. Al hablar de las predicciones hechas a partir de una hipótesis determinada, señala que se trata de expansiones analíticas de la hipótesis que permiten al observador informado esperar que, si las cosas son como la hipótesis postula, entonces ciertos tipos de interacción con el mundo real son posibles. Las predicciones se ponen a prueba para ver si tales interacciones son posibles. Harris dice:

En este momento algunos filósofos pueden protestar señalando que ni la verdad ni la falsedad de las hipótesis pueden derivarse lógicamente de grupo alguno de observaciones. A esto yo contestaría que la ciencia no es la lógica; las conclusiones que los científicos derivan de sus observaciones están impuestas no por las reglas de la derivación lógica sino por las reglas operacionales dictadas por la historia evolutiva del hombre.

Es obvio que la postura de los filósofos (Descartes, Berkeley, Hume y Russell) y la de los científicos (Bacon, Locke y Harris), frente a la filosofía de la ciencia, y específicamente frente a las conclusiones de la lógica en relación con el mundo real, es muy distinta. Los filósofos como Hume piensan que sus estudios y observaciones se refieren a los límites del conocimiento humano, mientras que los científicos dicen que lo que Hume demostró son las limitaciones del pensamiento abstracto, por más lógico que sea, como instrumento para avanzar el conocimiento de la realidad. Harris ofrece el siguiente retrato del científico racional:

Se trata de un empirista convencido que nunca se preocupa por la lógica de lo que está haciendo, pero que no tiene dudas acerca de que sus actividades generan información sobre el mundo real. Sabe que hace errores, pero también sabe que a veces hace las cosas bien. No tiene dudas acerca de la capacidad de sus procedimientos científicos para verificar y falsificar proposiciones científicas. Se esmera en la selección de hipótesis fructíferas para investigar y hace esfuerzos enormes para poner a prueba sus ideas antes de darlas a conocer. Publica sus trabajos en forma tal que permite a otros científicos verificarlos, y aunque con frecuencia vaya en contra de su gusto, al final acepta el veredicto de sus colegas.



Todos sabemos que Kant (1724-1804) vivió toda su vida en Königsberg, una pequeña ciudad situada en la costa del Báltico, en lo que entonces era Prusia Oriental. Kant primero estudió filosofía y teología en la Universidad de Königsberg y a los 46 años de edad fue nombrado profesor de lógica y metafísica en la misma universidad, puesto que desempeñó por los siguientes 34 años. La leyenda señala que la realización de sus hábitos cotidianos era tan regular que los ciudadanos de Königsberg podían controlar sus relojes al verlo pasar en su paseo cotidiano, que por cierto sólo se interrumpía cuando el invierno lo hacía físicamente imposible sin embargo, su rutina se alteró varios días cuando estuvo leyendo el *Emilio*, de Rousseau.

Kant fue un escritor muy prolífico, pero en relación con el método científico sólo dos de sus libros son importantes, el famoso *Crítica de la razón pura* y el *Prolegómenos para cualquier metafísica futura*, el segundo de estos libros es un intento de simplificación y aclaración del primero. La tesis central de estos dos libros de Kant es que, si bien nada de nuestro conocimiento trasciende a la experiencia, una parte de él es *a priori* y no se infiere inductivamente a partir de la experiencia. La parte del conocimiento que es *a priori* incluye no sólo la lógica sino otras áreas que ni caen dentro, ni pueden deducirse, de ella. El título de su libro, *Crítica de la razón pura*, se refiere a los sistemas filosóficos que pretenden alcanzar el conocimiento en ausencia de datos empíricos; una de las frases más conocidas de Kant es: "Los pensamientos sin contenido están vacíos; las intuiciones sin conceptos están ciegas." En donde la palabra "intuición" corresponde más bien a datos sensoriales o *a punto de vista* (*Anschauung*). Kant estaba convencido de que los filósofos racionalistas (él los llama "dogmáticos") como Leibniz y Descartes, no habían hecho contribuciones importantes al avance de la ciencia precisamente porque pretendían resolver los problemas por medio de la razón pura, o sea sin molestarse en abandonar sus cómodos sillones filosóficos y salir al mundo a enterarse, por medio de sus sentidos, de la realidad. Pero Kant también estaba impresionado con el hecho de que, a pesar de la demostración de Hume, de que los científicos no podían alcanzar certeza en el conocimiento, la ciencia seguía creciendo saludablemente y avanzando todos los días.



Ernrrnanucl Kant (1724-1804) y frontispicio de su libro *Kritik der reinen vernunfl* (1781)

Kant dice que pasó 12 años tratando de resolver la pregunta: ¿Cómo es que son posibles las proposiciones sintéticas *a priori*? Sin embargo, cuando tuvo la respuesta tardó unos cuantos meses en escribir su famoso libro, lo que seguramente también contribuyó a hacerlo tan impenetrable. Pero Kant estaba muy satisfecho con el resultado, como se colige de la siguiente frase, que aparece en el prólogo de la primera edición:

Me atrevo a afirmar que no queda ni un solo problema metafísico sin resolver o sin que por lo menos ya se haya proporcionado la llave para su solución.

Y en el prólogo de la segunda edición se compara a sí mismo con Copérnico y señala que ha llevado a cabo una revolución copernicana en la filosofía.

De acuerdo con Kant, el mundo exterior sólo causa la materia de las sensaciones mientras que nuestro aparato mental ordena esta materia en el espacio y en el tiempo y además le agrega los conceptos necesarios para que entendamos la experiencia. Las cosas en sí mismas son incognoscibles, pero Kant señala que no están ni en el tiempo ni en el espacio, que no son sustancias y que no pueden describirse por medio de las demás categorías; ese extraño e inaccesible terreno es conocido como *noumena*, mientras que el territorio al que sí tenemos acceso es el de los fenómenos. El espacio y el tiempo son subjetivos, forman parte de nuestro aparato perceptivo, de modo que ambos son *a priori*, en el sentido de que forman parte de toda experiencia, pero no son categorías kantianas sino "intuiciones" (*Anschauung* en alemán, como se mencionó antes, significa "punto de vista"). Las categorías *a priori* se derivan de la forma del silogismo y son 12 en total, que pueden dividirse en cuatro grupos de tres categorías cada uno:

<i>1) De</i>	<i>2) De</i>	<i>3) De</i>	<i>4) De</i>
<i>cantidad</i>	<i>calidad</i>	<i>relación</i>	<i>modalidad</i>
Unidad	Realidad	Sustancia y accidente	Posibilidad
Pluralidad	Negación	Causa y efecto	Existencia
Totalidad	Limitación	Reciprocidad	Necesidad

Estas categorías representan patrones o marcos mentales dentro de los que las intuiciones o sensaciones, ya ordenadas en el espacio y en el tiempo, adquieren sentido como objetos. Por ejemplo, cuando percibimos un arco iris, recibimos ciertas sensaciones como amarillo, verde, azul, rojo y otros colores, junto con la sensación de un arco, de luz, etc.; tales sensaciones son incorporadas al tiempo y al espacio, y coordinadas dentro de las categorías relevantes (unidad, realidad, causa y efecto, existencia y otras) de modo que al final adquieren el aspecto de un arco iris. Como las categorías son en última instancia las responsables de que nuestros pensamientos sean coherentes, también son las responsables de la conciencia individual.

De la interacción entre las intuiciones y las categorías *a priori* Kant propuso su doctrina de los esquemas para alcanzar los principios de la comprensión pura. Por ejemplo, una de las categorías del 4º grupo, *necesidad*, se traduce en el esquema existencia Permanente de un objeto, que a su vez se proyecta en el principio de comprensión pura que dice, *lo que está en conexión con lo actual está determinado de acuerdo con las condiciones universales de la experiencia, por lo que es necesario* (o como también podría decirse, *los fenómenos son necesarios en la medida en que están determinados por las condiciones a priori de espacio/tiempo y por las categorías*). Otro ejemplo se refiere a una de las categorías del grupo 3º, *causa y efecto*, que se traduce en el esquema *causalidad*, lo que a su vez se proyecta en el principio de comprensión pura que dice, *todas las alteraciones se llevan a cabo en conformidad con la ley de la conexión de causa y efecto*. Ésta fue la forma que al final tomó la respuesta de Kant a la crítica de Hume a la causalidad. El principio de la causalidad no debía buscarse por inducción a través de observaciones individuales por la sencilla razón de que no está ahí, sino que es una categoría *a priori*, una condición necesaria de la experiencia, localizada por Kant en el aparato mental del observador humano, que es totalmente incapaz de concebir fenómenos que no actúen dentro del principio de la causalidad.

Finalmente, conviene mencionar el concepto de los principios constitutivos y reguladores, introducidos por Kant en su dialéctica trascendental (o epistemológica), Después de haber criticado despiadadamente a la razón pura, o sea a la metafísica, demostrando con sus famosas antinomias (o contradicciones) que en ausencia de experiencia de la realidad la pura celebración podía conducir a conclusiones diametralmente opuestas, y de haber destruido las pruebas ontológica, cosmológica y físico-teológica, de la existencia de Dios, Kant se decidió, por razones puramente pragmáticas, a retener la idea de Dios como un principio regulador. En otras palabras, algunos productos generados por la metafísica, como el alma, las causas finales, Dios y otros más, aunque no forman parte del conocimiento porque no generan intuiciones o sensaciones, ni son constitutivos de la mente humana (como sí lo son las categorías), podían tener gran utilidad práctica. Por ejemplo, Kant señala que en ausencia de Dios sería difícil hablar de ética del comportamiento, porque ya no habría quien decidiera qué es lo bueno y qué es lo malo. De esta manera, aunque la existencia de Dios, del alma y de otros muchos productos de la razón pura no pueda demostrarse por medio de discusiones metafísicas, conviene aceptarlas a través de la razón práctica. Aquí uno puede preguntarse si el gran *tour de force* que representa el barroco edificio de la filosofía kantiana realmente valió la pena el esfuerzo de escribirlo, y el esfuerzo quizá todavía mayor de leerlo. Porque casi todo se podía haber evitado si en lugar de dividir los principios en constitutivos y reguladores, se hubiera considerado a todos ellos como reguladores; en otras palabras, no hubiera sido necesario criticar a la razón pura, sino solamente reforzar la razón práctica. Pero tal cuestionamiento no toma en cuenta las características propias de la sociedad prusiana del siglo XVIII, con las modificaciones y detalles peculiares de un pueblo pequeño pero orgullosamente académico como Königsberg, ni las idiosincrasias muy personales de Kant. Para algunos críticos del siglo XX, Kant impidió la entrada de Dios y el alma inmortal por la puerta grande de los principios constitutivos, pero en cambio los dejó colarse por la puerta falsa de los principios reguladores. Todo es cuestión de adjetivos, pues lo mismo puede decirse señalando que Kant estableció la superioridad del espíritu sobre la materia al demostrar que Dios está más cerca de la moral eterna que del conocimiento temporal.



I V . L O S E M P I R I S T A S
V I C T O R I A N O S D E L S I G L O
X I X : H E R S C H E L , M I L L Y
W H E W E L L

- IV. 1. INTRODUCCIÓN
- IV.2. JOHN HERSCHEL
- IV.3. JOHN STUART MILL
- IV.4 WILLIAM WHEWELL

I V . 1 . I N T R O D U C C I Ó N

EN LOS capítulos anteriores examinamos las principales ideas sobre el método científico que podrían denominarse clásicas; desde luego, ese parece ser el término más apropiado cuando se trata de personajes como Platón, Sócrates, Aristóteles, Harvey, Galileo, Newton, Hume, Descartes y Kant, entre otros. Tal examen nos trajo hasta los umbrales del siglo XIX: Kant murió en 1804. Corresponde ahora revisar las ideas predominantes en ese siglo sobre la manera de hacer ciencia. Por razones históricas, nuestra encuesta todavía seguirá siendo predominantemente europea, en vista de que el continente americano no se incorporó al movimiento científico occidental en forma filosóficamente importante sino hasta fines del siglo pasado y principios de nuestro siglo.

Conforme se penetra en él, la inmensa riqueza cultural del siglo XIX crece y pronto se antoja infinita, sobre todo cuando lo que se persigue seguramente representa una de las facetas menos brillantes y atractivas de las muchas que posee esa época maravillosa. Casi da pena, en el siglo de Beethoven y de Debussy, de Turner y de los impresionistas, de Lord Byron y de Tolstoi, andar escudriñando las ideas y la influencia de personajes mucho menos brillantes, que vivieron vidas más o menos reclusas en oficinas burocráticas de segunda o laboratorios universitarios más o menos prestigiados, y que murieron con escaso ruido y casi ninguna gloria. Pero la pena se alivia cuando se consideran las consecuencias de su trabajo para la sociedad occidental del siglo XX. No es exagerado señalar que la fuerza que ha transformado al mundo de lo que era en el siglo XVII a lo que es hoy, a fines del siglo XX, es la ciencia. La transformación ha sido tan profunda y extensa, que amenaza con hacer cada vez menos inteligible nuestro pasado. El joven promedio de nuestro tiempo casi ha perdido ya, en forma irrecuperable, la capacidad para entender y disfrutar la belleza de la métrica de Propertio, de los cantos gregorianos, de la arquitectura románica, y hasta de los frescos de Piero de la Francesca. Tal pérdida, cuando ocurre, se debe en no poca parte a que la cultura contemporánea está siendo conformada más y más por la ciencia, y como resultado de tal transformación, es cada vez más remota de, e inconmensurable con, las civilizaciones antiguas y clásicas. Es por eso que la historia merece cada vez más atención, como el puente que nos permita seguir en contacto con nuestro pasado cultural.

Las dos corrientes más importantes de la filosofía de la ciencia en el siglo XIX fueron el empirismo y el positivismo. El empirismo,

que será lo que nos ocupe en este capítulo, floreció principalmente en Gran Bretaña, mientras que el positivismo, que se tratará en el siguiente capítulo, tuvo su mayor impacto en el continente europeo y en América.



Uno de los científicos más conocidos de principios M siglo XIX en Inglaterra fue John F. W. Herschel (1792-1871), hijo del famoso astrónomo Sir William Herschel, el descubridor del planeta Urano. John Herschel estudió en Cambridge y se graduó con los más altos honores en matemáticas. Sus intereses científicos se extendieron a distintas áreas, como la óptica, la cristalografía, la mineralogía, la geología, la meteorología, la química y otras más, pero desde luego su campo principal de trabajo fue la astronomía, en donde hizo importantes contribuciones. Una de ellas fue el descubrimiento de las órbitas elípticas de las estrellas dobles y la demostración de que se mueven de acuerdo con las leyes de Newton, lo que amplió la aplicación de la teoría newtoniana, del sistema solar a todo el universo; otra de sus contribuciones fue hacer la cartografía completa de los hemisferios celestes. El del Norte lo hizo en Inglaterra, y el del Sur, en el Cabo de Buena Esperanza, a donde Herschel viajó con su familia y su telescopio y permaneció por cuatro años. A su regreso a Londres todavía tomó nueve años más para publicar sus *Cape Observations* ("Observaciones de El Cabo"), en vista de que:

Todas las observaciones, así como todo el trabajo de reducirlas, arreglarlas y prepararlas para la prensa, ha sido ejecutado por mí.

Pero además, Herschel fue uno de los pioneros de la fotografía, gracias a su descubrimiento de que las sales de plata, que son insolubles en casi todos los solventes, se disuelven en hiposulfito de sodio, lo que permite su uso para fijar imágenes; Herschel también fue el primero en imprimir fotografías en placas de vidrio cubiertas con emulsión de plata, e inventó en 1839 (al mismo tiempo que Fox Talbot, pero independientemente de él) el papel fotográfico. A su regreso de Sudáfrica la sociedad inglesa lo recibió con entusiasmo, la reina Victoria le otorgó el título nobiliario de barón, y su prestigio como científico era en todo equiparable al del famoso químico Humphry Davy. Herschel no restringía sus intereses a la ciencia, sino que en sus últimos años se ocupó de publicar una traducción de *La Ilíada* en verso, y además ocupó durante cinco años el puesto de director de la Casa de Moneda, el mismo que un siglo antes había sido desempeñado por Newton.

Gracias a su eminencia como filósofo natural, Herschel fue invitado a escribir una introducción a la *Cabinet encyclopaedia* ("Enciclopedia de gabinete"), una colección de libros semipopulares de la época; el texto debería referirse a la filosofía y

a la metodología de la ciencia. Herschel llamó a su libro *Preliminary discourse on natural philosophy* ("Introducción a la filosofía natural") y lo publicó en 1830 con gran éxito, alcanzando varias ediciones y reimpressiones, la última en 1987, por la imprenta de la Universidad de Chicago, que es la que yo he usado. El artículo sobre Herschel de la *Enciclopedia Británica* comenta sobre este libro: "...posee un interés que no pueden obliterar ninguno de los avances futuros en los temas en que escribió."

Las ideas de Herschel son importantes porque él representa un ejemplar de una especie casi en extinción, no sólo en su tiempo sino también en el nuestro: el científico activo y productivo, seriamente interesado en la filosofía de su profesión; además, el libro de Herschel fue el primero que se escribió en inglés con esas especificaciones. Es aparente que el texto se basa sobre todo en las ideas de Bacon, de Hume y del propio autor, mientras que el resto de la literatura sobre metodología científica, ya existente en esa época, se pasa por alto. Por lo tanto, a sus méritos ya mencionados Herschel agrega uno más: se trata de un *amateur* de la filosofía de la ciencia, que llega a ella con toda la ingenuidad del aficionado a la filosofía, pero también con toda la autoridad del profesional de la ciencia. Veamos qué es lo que nos dice.

Herschel fue quizá el primero en señalar con precisión que para cada nuevo hecho científico, para cada hipótesis confirmada por datos experimentales, para cada teoría que predice con éxito nuevas configuraciones de la realidad, hay dos aspectos claramente distintos: por un lado, el descubrimiento, y por el otro, su verificación. Herschel insistió en que el método para formular una hipótesis o teoría no tiene absolutamente nada que ver con su mayor o menor aceptación: una inducción cuidadosa, precisa y sistemática, puede tener el mismo valor que una adivinanza momentánea, o hasta que un "volado", si sus predicciones deductivas se cumplen en la realidad. El proceso científico tiene, como casi todas las monedas, dos caras diferentes: una es la cara (o contexto) del descubrimiento, y la otra es la cara (o contexto) de la validación o justificación. En la ciencia, como en la numismática, las únicas monedas que no tienen dos caras diferente son las falsas.



John Herschel (1792-1891).

El contexto del descubrimiento es baconiano, pero sólo en parte. Herschel propone que a veces la ciencia se inicia con el análisis de los fenómenos, o sea su separación en sus elementos constituyentes. Su ejemplo es el sonido, que de acuerdo con Herschel puede analizarse de manera preliminar como sigue:

1) La estimulación de movimiento en un cuerpo sonoro. 2) La comunicación de este movimiento al aire o cualquier otro medio que se interponga entre el cuerpo sonoro y nuestros oídos. 3) La propagación sucesiva del movimiento, de partícula en partícula del medio. 4) La comunicación del movimiento, de las partículas del medio adyacentes al oído, al oído mismo. 5) Su transmisión en el oído, por ciertos mecanismos, a los nervios auditivos. 6) La estimulación de la sensación auditiva.

Naturalmente, este análisis no tiene nada de "preliminar", sino que más bien parece definitivo, por lo menos en su comprensión de los distintos componentes de la audición que requieren nuevos y más profundos estudios. Herschel llamó *análisis* a esta primera etapa del proceso científico, pero no señaló especificaciones para su realización, quizá porque le parecieron superfluas, aunque todos los que realmente hacemos investigación científica sabemos que no lo son.

Siguiendo con su ejemplo del sonido, Herschel identificó no una sino dos causas del fenómeno, que no podían analizarse en otras más simples: el movimiento y la sensación. De ahí se deriva que el sonido deba examinarse en función de las leyes del movimiento y de las sensaciones, o sea de ciertas leyes de la naturaleza. Ésta es una postura reminiscente de Aristóteles, en vista de que los hechos individuales se agrupan bajo los hechos generales, los que a su vez

se incorporan en leyes, y así sucesivamente hasta que al final se alcanzan los axiomas con la mayor generalidad posible en la ciencia. El conjunto de los diferentes pasos necesarios para establecer las leyes científicas se conoce como inducción y ocurre en dos etapas distintas: en la primera se definen las leyes y en la segunda se formulan las teorías. Lo interesante es que Herschel se tomó el trabajo (en el capítulo 6 de su libro titulado "Sobre las primeras etapas de la inducción. El descubrimiento de las causas inmediatas, de las leyes del grado inferior de generalidad, así como de su verificación") de hacer indicaciones específicas acerca de cómo proceder en la investigación; tales indicaciones son interesantes, en parte porque ilustran, una vez más, que no hay que creerles a los científicos cuando dicen cómo trabajan, y en parte porque son prolegómenos indiscutibles de los "cánones de la inducción" de John Stuart Mill, publicados 13 años después en su libro *System of logic* ("El sistema de la lógica"). Se trata de cinco simples reglas para establecer relaciones causales en un grupo heterogéneo de hechos:



Frontispicio del libro *Preliminary Discourse of the Study of Natural Philosophy*, de John Herschel, publicado en 1830.

1) Buscar conjunciones frecuentes de antecedentes y consecuencias.

2) Entre las anteriores, buscar cuando la ausencia de una consecuencia se acompaña de la ausencia de un mismo antecedente.

3) Buscar proporcionalidad entre antecedente y su consecuencia...

4) ... aun en los casos de acción directa y sin variaciones cuantitativas.

5) Buscar si la inversión de la consecuencia sigue a la inversión del antecedente.

Tiene interés mencionar que, a continuación, Herschel señala que, ocasionalmente, las leyes también pueden formularse generando hipótesis y poniéndolas a prueba, en vez de proceder por rigurosa inducción. Con esta admisión antiaristotélica, Herschel revela su verdadera estirpe de investigador científico, de individuo experimentado en el origen heterogéneo de las ideas que finalmente se someten a prueba observacional o experimental: unas son inductivas, pero otras no. Desafortunadamente, Herschel se limitó a mencionar que los caminos que transita el investigador en cada caso corresponden a procesos mentales distintos, y a examinar uno de ellos (la inducción) con cierto detalle; sobre el otro proceso, el de la generación de hipótesis, permaneció silencioso.

Para Herschel, la generación de teorías era un paso ulterior y de más elevado nivel al establecimiento de leyes, lo que también significaba que dependía mucho menos de la realidad; teorías como la atómica de la materia, la ondulatoria de la luz o la cinética del calor, eran concebidas más bien como creaciones de la mente que de los sentidos, aunque todavía deberían ser sometidas a confrontación con los hechos, en la medida en que fuera posible. Para generar teorías deberían combinarse leyes con hipótesis, estas últimas aprovechando las analogías. Pero en sus indicaciones para generar teorías Herschel no fue muy preciso, entre otras razones porque no podía serlo y conservar al mismo tiempo su carácter de científico, de conocedor de la práctica de la ciencia. Como tal, Herschel sabía muy bien que no hay reglas precisas para generar buenas teorías científicas. Sin embargo, quizá como compensación a su vaguedad en este punto, Herschel se refugió en el lenguaje newtoniano y propuso que los científicos deberían perseguir las causas verdaderas (*verae causae*) en lugar de correr tras ficciones especulativas. Pero desafortunadamente, aquí tampoco pudo proporcionar reglas precisas para distinguir entre la realidad y la fantasía, otra vez por la misma razón que todos los profesionales de la ciencia conocemos muy bien: porque no existen.

I V . 3 . J O H N S T U A R T M I L L

No hay duda de que el empirista inglés más conocido del siglo XIX, tanto en su época como en la nuestra, es John Stuart Mill (1806-1873), economista, político, historiador, escritor, editor y filósofo, así como defensor de los derechos femeninos, empleado de la Compañía de las Indias Orientales por más de 30 años (1823-1858), finalmente miembro del Parlamento británico (1865), y uno de los más grandes victorianos. El padre de Mill (amigo de Jeremy Bentham) decidió hacer un "experimento" con la educación de su hijo John y lo inició en el aprendizaje del griego a los tres años de edad y del latín a los ocho años; posteriormente aprendió hebreo y otros idiomas modernos (francés, alemán, ruso, pero no español), así como historia antigua, matemáticas y lógica. Es importante señalar que todo su conocimiento de la ciencia lo obtuvo Mill de segunda mano, a partir de los libros, y no de la experiencia personal. Se trata, pues, de un típico filósofo de la ciencia. Sin embargo, Mill también debe haber sido un sujeto interesante, porque a los 23 años de edad se enamoró perdidamente de una mujer no sólo casada sino de la más alta sociedad, a la que siguió amando hasta que el marido murió y logró desposarse con ella; este romance alcanzó gran popularidad en la sociedad victoriana, además de que para Mill representó el estímulo para sus actividades en pro del feminismo, incluyendo sus escritos, muchos de los cuales fueron firmados por la feliz pareja.



John Stuart Mill (1806-1837).

En 1843, cuando Mill ya se había recuperado de un terrible colapso mental juvenil (tenía entonces 37 años de edad) apareció su libro *System of logic* ("El sistema de la lógica"), que representa su principal y casi única contribución a la filosofía de la ciencia y que de toda su obra será la que comentaremos aquí. Es interesante saber que éste fue el primer libro publicado por Mill y que escribirlo le costó trece años de arduos trabajos. En contra de lo que su título sugiere, no se trata de un volumen sobre reglas o estructura del pensamiento, sino que más bien es el manifiesto más extremo del empirismo epistemológico, basado a su vez en las profundas convicciones liberales de su autor, quien usaba el término "empirista" en sentido despectivo y lo contrastaba con "conocimiento científico". De espíritu antikantiano, *El sistema* de Mill se inicia con una crítica del intuicionismo y con la declaración de que tanto la planeación social como las actividades políticas deberían basarse en el conocimiento científico y no en la costumbre, la autoridad o la revelación; para Mill, el "conocimiento" obtenido a partir de métodos no inferenciales, o sea intuitivo *oa priori*, pertenece a la metafísica. Las inferencias alcanzadas por deducción, como en el caso de los silogismos, son incapaces de generar información no contenida implícitamente en las premisas; sin embargo, Mill propone que el razonamiento que pretende pasar de lo general a lo particular en realidad no existe, sino que todas las inferencias son siempre de particular a particular. Cuando decimos "Todos los hombres son mortales, Sócrates (aún vivo) es un hombre, por lo tanto Sócrates es mortal", las verdaderas pruebas que tenemos para afirmar que Sócrates morirá es que Tales, Anaxímenes, Empédocles, Herodoto, Pitágoras y muchos otros individuos muy semejantes a Sócrates murieron antes que él; el principio general "Todos los hombres son mortales" no es realmente una prueba objetiva sino más bien una especie de nota o resumen de muchas observaciones individuales. La verdadera inferencia es la que se hace cuando tal resumen se integra sobre la base de casos aislados, o sea durante la inducción; en la deducción, la inferencia sólo es "aparente".

Mill propuso que los principios matemáticos también son empíricos, o sea no son ni las "relaciones de ideas" que postulaba Hume, ni tampoco productos de la mente humana, como señalaba Kant, sino que surgen de la observación del mundo que nos rodea. Las conclusiones de la geometría, ciencia deductiva por excelencia, sólo son *necesarias* en el sentido en que dependen de las premisas de las que se deducen, porque las premisas mismas - axiomas- se basan en la observación y en generalizaciones a partir de experiencias repetidas. Lo mismo ocurre con la aritmética y el álgebra, que en lugar de ser relaciones lógicas primarias, en realidad se derivan de experiencias empíricas. Mill señala que, por ejemplo, un grupo de 4 cosas puede disponerse en dos grupos de 2 cosas, o en un grupo de 3 cosas y otro de 1; después de haber experimentado que esto siempre es así, concluimos que $2 + 2 = 3 + 1$.

l son *necesariamente* iguales. Esta forma extrema del empirismo no ha sido aceptada por la mayor parte de los empiristas moderados, lo que Mill ya anticipaba:

[...] Probablemente ésta es la proposición, de todas las enunciadas en este libro [*El sistema*], para la que debe esperarse la recepción más desfavorable.

El argumento que generalmente se esgrime en contra de la proposición de Mill, de que los axiomas o principios geométricos y matemáticos son empíricos, es que no se admiten pruebas experimentales en contra de las leyes de la aritmética o del álgebra; por el contrario, cuando los datos recogidos por medio de observaciones contradicen los axiomas matemáticos, lo primero y lo único que se acepta es que son las mediciones y los cálculos derivados de ellas los que ameritan revisarse y corregirse.

La operación central en *El sistema* de Mill es la inducción, que descansa en el principio fundamental de la uniformidad de la naturaleza, que postula que lo ocurrido una vez volverá a ocurrir cuando las circunstancias sean suficientemente semejantes. Este principio es también empírico y se deriva de un proceso natural y primitivo de inducción, iniciado cuando observamos unas cuantas regularidades y predecimos que seguirán ocurriendo en el futuro; si nuestra predicción resulta correcta, a partir de ella se generaliza proponiendo que en vista de que algunos eventos se han dado en patrones recurrentes, todos los eventos futuros se darán también en patrones recurrentes. Por lo tanto, el principio de la uniformidad de la naturaleza puede analizarse en sus distintos componentes, que son generalizaciones de menor amplitud y hasta relaciones causales individuales. Para Mill, la causa de un fenómeno es el antecedente, o concurrencia de antecedentes, con los que está invariable e incondicionalmente ligado. Igual que el principio de la uniformidad de la naturaleza, el principio de la causalidad (o sea, que cada fenómeno tiene una causa) se confirma por toda nuestra experiencia; de hecho, el principio de la causalidad no es más que una forma más precisa de enunciar el principio de la uniformidad de la naturaleza. Sin embargo, la inducción aristotélica, por simple enumeración, puede llevar a proposiciones generales falsas. Lo que en última instancia se desea en la ciencia (según Mill) es llegar a proposiciones como la siguiente: o A es la causa de a , o bien existen eventos sin causa, y como estamos seguros de que todos los eventos tienen causa, entonces A es la causa de a . Esto se logra por medio de métodos más elaborados de inducción, de los que Mill describió cinco, los famosos "cánones de la inducción" basados, como se mencionó antes, en la obra de Herschel.

Canon I. Método de Coincidencia:

Si dos o más ejemplos de un fenómeno bajo investigación poseen una sola circunstancia en común, esta única circunstancia, presente en todos los ejemplos, es la causa (o el efecto) del fenómeno mencionado.

El ejemplo usado por Mill para ilustrar este método de coincidencia no fue muy afortunado: pensando que el factor común que poseen todas las sustancias químicas que cristalizan es que se precipitan de una solución, concluyó que ésta era una causa, o por lo menos un factor contribuyente, del fenómeno de la cristalización. Como todos sabemos hoy (y los alquimistas sabían desde el Medievo), este ejemplo es falso; sin embargo, es muy fácil pensar en otros ejemplos ilustrativos de este método que sí son verdaderos.

Canon II. Método de Diferencia:

Si una situación en que ocurre el fenómeno en investigación, y otra situación en que no ocurre, se parecen en todo excepto en una circunstancia, que sólo se presenta en la primera situación, entonces esta circunstancia, que es la única diferencia, entre las dos situaciones es el efecto, la causa, o una parte indispensable de la causa, del fenómeno mencionado.

El ejemplo de Mill para ilustrar este método de inducción por diferencia fue muy dramático, pero dada la importancia que le concedió posteriormente, también fue desafortunado; Mill escribió que si un hombre en la plenitud de la vida moría repentinamente, y su muerte estaba inmediatamente precedida por un balazo en el corazón podía concluirse que el balazo era la causa de la muerte, porque era lo *único* diferente entre el hombre vivo y el hombre muerto. Para los que hemos invertido casi toda nuestra existencia trabajado científicamente en la frontera que separa a la vida de la muerte, el esquema de Mill se antojo grotescamente incompleto; desde luego que las diferencias entre el mismo hombre, vivo y muerto, son mucho más numerosas y complejas que el orificio producido por la bala. De hecho, la determinación de la causa de la muerte (como la de la causa de la vida) es enormemente compleja, no sólo por razones empíricas sino por complicaciones filosóficas.

Canon III. Método Combinado: Coincidencia + Diferencia:

Si dos o más ejemplos en los que el fenómeno ocurre muestran una sola circunstancia en común, mientras que dos o más situaciones en las que el fenómeno no ocurre sólo comparten la ausencia de la circunstancia mencionada, entonces tal circunstancia, la única, en que difieren los ejemplos mencionados, es el efecto, la causa, o una parte indispensable de la causa, del fenómeno estudiado.

Tal como lo enuncia su nombre, este método es la combinación de los dos anteriores, por lo que a él se aplican las mismas observaciones ya mencionadas.

Canon IV. Método de los Residuos:

Cuando se resta o sustrae de cualquier fenómeno la parte que por inducciones previas se sabe que es el efecto de ciertos antecedentes, el residuo del fenómeno es el efecto de los antecedentes restantes.

Como veremos en un momento, este método (como todos los otros propuestos por Mill) supone una relación 1:1 entre causa y efecto; si Mill hubiera sido un científico y no un filósofo, habría experimentado en carne propia que este tipo de relaciones causales sólo se da por excepción en la realidad, en fenómenos muy simples o al final de investigaciones prolongadas y exitosas, cuando ya sólo quedan problemas "residuales" por resolver.

Canon V. Método de las Variaciones Concomitantes:

Cuando un fenómeno varía de alguna manera particular, es causa o efecto de otro fenómeno que varía de la misma o de otra manera, pero concomitantemente.

Mill sostuvo que de los cinco métodos resumidos arriba, el más importante era el canon II o método de las diferencias. Sin embargo, para que este método funcionara, Mill reconoció que era necesario que entre una observación y otra del mismo fenómeno sólo hubiera una diferencia, que podría ser de tiempo o de espacio, pero nada más; en otras palabras, Mill parecía exigir un nivel de identidad entre sus dos observaciones que, en sentido estricto, no *puede* darse en la realidad. Pero Mill tenía clara conciencia de este problema y señaló que para el uso adecuado de su método de las diferencias, bastaba con que en las dos observaciones se conservaran iguales sólo las semejanzas *relevantes* entre ellas. Esto plantea de inmediato los criterios para juzgar de la relevancia, que deben anteceder a la comparación entre las dos observaciones requeridas. En otras palabras, el uso del método de las diferencias requiere de un proceso previo, de naturaleza indefinida pero no por eso menos importante, que no forma parte de los esquemas de Mill.



Frontispicio del libro *On Liberty*, de John Stuart Mill, publicado en 1816.

Para los investigadores científicos activos no deja de ser un motivo de asombro leer, en un texto de filosofía de la ciencia publicado en 1986, que los cánones de Mill:

...Se usan ampliamente en las investigaciones científicas. Por ejemplo, las pruebas a las que las compañías farmacéuticas someten sus drogas rutinariamente utilizan los métodos de las coincidencias y las diferencias. Cualquiera que esté intentando establecer relaciones funcionales entre distintas variables seguramente usará el método de las variaciones concomitantes, aunque los científicos habitualmente evitan el lenguaje de los filósofos sobre causa y efecto.

Sin embargo, el verdadero problema no es si los cánones o métodos de Mill en verdad se usan en la ciencia, sino hasta dónde es posible, desde un punto de vista puramente filosófico, penetrar a fondo y comprender de veras la esencia, estructura y funcionamiento *reales* de las diferentes ciencias, no sólo en nuestro tiempo sino en el propio de Mill, el de la Inglaterra victoriana del siglo XIX. El mismo Mill tuvo conciencia de los problemas filosóficos generados por su postura rígidamente inductivista y ofreció una opción alternativa para la generación del conocimiento, que sólo debería emplearse cuando fracasaran los métodos directos de la observación y la experimentación. Para esos casos, Mill recomendó el uso de un método deductivo con tres niveles: 1) enunciado de una ley general, 2) deducción teórica de una consecuencia objetiva derivada de la ley, y 3) verificación objetiva. Como el enunciado de la ley general no fue calificado,

podría suponerse (por los enemigos de Mill) que se tratara de una hipótesis, o sea de una proposición no basada en la experiencia, de un concepto *a priori*, lo que en principio sería inaceptable a los empiristas. Sin embargo, Mill lo aceptó, pero con una condición teórica tan estricta que equivalía a rechazarlo en la práctica: en efecto, Mill aceptaba una hipótesis siempre y cuando fuera la única capaz de explicar los hechos deducidos a partir de ella, o sea que la verificación objetiva sirviera para excluir todas las demás hipótesis posibles.

De acuerdo con el esquema de Herschel, Mill no insistió en reducir toda la ciencia al uso de esquemas inductivos, pero sí postuló de manera categórica que la única forma aceptable de justificar las leyes científicas era a través de la inducción. En su opinión, una de las metas más importantes de la ciencia es demostrar relaciones causales; sin embargo, siguiendo fielmente a Hume, la causalidad no es otra cosa que la constante conjunción secuencial de dos eventos. Mill se dio cuenta de que no todas las conjunciones secuenciales constantes revelaban relaciones causales; por ejemplo, el día no es la causa de la noche, aunque sea una de las secuencias más constantes que el ser humano ha experimentado desde tiempo inmemorial. Por lo tanto, Mill distinguió entre dos tipos de secuencias de eventos, las causales y las accidentales; las primeras eran tanto invariables como incondicionales, mientras que las segundas eran nada más invariables. La incondicionalidad se definió como la obediencia a las leyes más generales de la naturaleza. Su ejemplo es interesante, pues se refiere a la sucesión del día y la noche; de acuerdo con Mill, las condiciones relevantes a este fenómeno incluyen la rotación diurna de la Tierra, la radiación solar y la ausencia de cuerpos opacos entre la Tierra y el Sol. Como la suspensión de cualquiera de estas condiciones no violaría las leyes más generales de la naturaleza, la sucesión día-noche se declaró condicionada y, por lo tanto, accidental o no causal. Pero hoy todos sabemos que la suspensión de la rotación diaria de la Tierra o cualquier modificación significativa en la radiación solar acarrearían cambios tan dramáticos en nuestro mundo que harían desaparecer instantáneamente toda manifestación biológica en nuestro planeta. Es seguro que el día no es la *causa* de la noche, pero es igualmente seguro que mientras el mundo en que vivimos siga siendo el mismo, el día alternará con la noche como lo ha hecho desde siempre y como lo seguirá haciendo para siempre.

Aunque Mill alguna vez señaló que sus cinco cánones o métodos servían para establecer relaciones causales, en general le tenía más confianza al canon II o método de diferencia para desempeñar esa función. Como se mencionó hace un momento, la diferencia verdaderamente causal debería ser invariable e incondicionada. Pero Mill todavía tenía que demostrar otras dos cosas más: que la diferencia percibida en los esquemas positivo y negativo no sólo es

única sino que es relevante, y que la ley de la causalidad es un principio universal. En relación con la primera demostración, ya se ha mencionado la imposibilidad de alcanzar certidumbre, a partir de un número más o menos grande de observaciones individuales (que siempre será muchísimo menor que el total de las observaciones posibles), de que no existen otras circunstancias y que una o más de ellas sean también relevantes para que el fenómeno ocurra o deje de ocurrir. Respecto a la segunda demostración, Mill requería que la verdad del principio de que para cada fenómeno existe un grupo de circunstancias que lo anteceden en forma invariable e incondicional, se estableciera en forma empírica. Esto implica un argumento inductivo, pero para poder aceptar un argumento inductivo que pretende demostrar su conclusión es necesario presuponer la verdad de la ley de la causalidad o sea que se trata de un argumento circular. Mill tenía perfecta conciencia de que no podía probar la ley de la causalidad por medio de la inducción requerida por el método de la diferencia, de modo que cambió de estrategia y se apoyó en la simple inducción por enumeración. Su razonamiento fue que la validez de la inducción enumerativa está en relación inversa con la generalidad de la conclusión derivada de ella, en otras palabras, si la conclusión es limitada y específica, la inducción enumerativa que la genera es insuficiente y poco confiable, mientras que en la medida en que la conclusión es de mayor generalidad, la inducción aumenta su credibilidad, al grado que para los postulados más universales, como por ejemplo la ley de la causalidad, es el único método que puede demostrar y garantizar su vigencia. Mill estaba convencido de que la ley de la causalidad es un principio tan universal que su función se demuestra en todas y cada una de las secuencias de eventos que se examinen, sin excepción alguna. En vista de que los fenómenos examinados han sido y son pruebas de la existencia de la ley de la causalidad, ésta se transforma en una verdad necesaria.

Sin embargo, ni los filósofos contemporáneos de Mill ni sus sucesores hasta nuestros días, han aceptado que la simple inducción enumerativa sirva como prueba de la validez universal de la ley de la causalidad. El argumento esgrimido por todos ellos es siempre el mismo: a partir del análisis de las cosas como son, por más exhaustivo que éste sea, no es válido concluir que ellas no podrían ser de otra manera. Ni siquiera el postulado de Mill, de que nunca se ha demostrado una sola excepción a la ley de la causalidad, si se aceptara, serviría para demostrar que la ley es una verdad *lógicamente* necesaria. En otras palabras, Hume no fue refutado por Mill, porque mientras Hume basó sus argumentos en contra de la causalidad en la lógica, Mill se refugió en la experiencia sin excepciones para apoyarla. En otras palabras, el problema filosófico central surgido del empirismo o inductivismo de Mill es el siguiente: en la ciencia, ¿quién tiene la última palabra, la lógica o la experiencia?

El tercer personaje sobresaliente del empirismo del siglo XIX también es inglés. Se trata de William Whewell (1794-1866), uno de los científicos y filósofos de la ciencia más perceptivos e interesantes de su época.

Whewell nació en Lancaster, en una familia de clase media; su padre era un carpintero acomodado que estuvo en posibilidad de sostener la educación de su hijo, aunque gracias a su talento y competitividad, Whewell también contribuyó a ella ganando becas no despreciables desde muy joven. Gracias a una de estas becas ingresó al Trinity College, en Cambridge, cuando tenía 17 años de edad; en esta universidad iba a permanecer toda su vida. Estudió matemáticas, física, astronomía y geología, pero también los clásicos griegos y latinos y filosofía, y hasta ganó un primer premio con un poema. A los 23 años de edad fue electo presidente de la Unión de Cambridge, una organización estudiantil que entonces todavía estaba prohibida, y dos años más tarde Whewell fue uno de los miembros fundadores de la Sociedad Filosófica de Cambridge; en 1820 (a los 26 años de edad) ingresó a la Real Sociedad de Londres, en reconocimiento a la publicación de su libro *Elementary treatise on mechanics* ("Tratado elemental de mecánica"), en el que utilizó los trabajos de sus colegas de Cambridge: Herschel, Babbage y Peacock, así como los suyos propios, para modernizar la enseñanza de las matemáticas e introducir el uso del cálculo en la física, en sustitución del antiguo "método de las fluxiones". En los años siguientes publicó otros libros de mecánica y de mineralogía, uno sobre la arquitectura de las iglesias alemanas, se ordenó sacerdote en la Iglesia de Inglaterra, ingresó a la Sociedad de Geología y fue nombrado profesor de mineralogía en la Universidad de Cambridge cuando tenía 34 años de edad.

El primer libro que le trajo a Whewell amplio reconocimiento apareció en 1833 con el título de *Astronomy and general physics considered with reference to natural theology* ("Astronomía y física general en relación con la teología natural") en este volumen pretende demostrar que todos los grandes científicos creían en la existencia de un Creador, mientras que los ateos habían contribuido poco o nada a la ciencia. La primera edición de su obra más importante, la *History of the inductive sciences* ("Historia de las ciencias inductivas"), apareció en tres tomos en 1837, y apenas tres años más tarde publicó en dos tomos la *Philosophy of the inductive sciences* ("Filosofía de las ciencias inductivas"); por si fuera poco, al mismo tiempo en que estaba trabajando en obras tan monumentales, Whewell se dio el lujo de publicar también una

traducción al inglés del *Hermann und Dorothea* ("Hermann y Dorotea") de Goethe, en 1839.

Cuando en 1831, a los 47 años de edad, Whewell empezó a buscar una casa porque "las habitaciones del colegio no son sitio para los años de declinación", su vida cambió repentinamente gracias a dos acontecimientos inesperados: conoció y decidió casarse con Cordelia Marshall, y el mismo día de su boda recibió la invitación para transformarse en el *Master* (Director) del Trinity College, lo que incluye la ocupación de una residencia en el propio colegio. La pareja vivió en este sitio hasta 1855, en que la esposa de Whewell murió; ese mismo año Whewell había renunciado a su cátedra de filosofía moral, que había ocupado por 17 años, convencido de que ya no tenía nada más qué decir sobre la materia. La doble pérdida lo sumió en una depresión profunda, de la que finalmente salió gracias al apoyo de sus muchos amigos, entre los que se contaban Herschel, Sedgwick, Rose, Peacock, Henslow, Kenelm Digby, Worsley y otros intelectuales más del Cambridge de ese tiempo. Después de un segundo matrimonio (1858), que le proporcionó a Whewell siete años más de creatividad filosófica pero que otra vez terminó con la muerte de su esposa, el ánimo y la salud de Whewell se deterioraron rápidamente. A principios de 1866 sufrió una caída de su caballo que le produjo graves lesiones y murió pocos días después.

Whewell fue un verdadero hombre universal, poseedor de una cultura no sólo profunda sino sorprendentemente amplia y variada; trabajó en problemas de matemáticas, física, astronomía, geología, cristalografía, arquitectura, teología, educación, economía política, historia y filosofía. Sus investigaciones personales sobre la marea y las olas marinas no sólo fueron muy bien recibidas en su tiempo sino que hasta hoy son aceptadas; además, también era un humanista distinguido, conocedor profundo de los clásicos (que leía en sus idiomas originales) y de los principales escritores y ensayistas de su tiempo. Pero también debe haber sido un hábil político y administrador, porque además de ser *Master* del Trinity College ocupó dos veces la vicepresidencia de la Universidad de Cambridge. Finalmente, Whewell demostró tener gran puntería para la nomenclatura científica a él se deben los términos "ion", "electrodo", "ánodo" y "cátodo" (introducidos por Faraday por sugestión de Whewell), las designaciones de "uniformismo" y "catastrofismo" para las respectivas doctrinas geológicas, y la palabra "científico", que a partir de su tiempo reemplazó al "filósofo natural" aristotélico. Como colofón, no está de más agregar que Whewell también era sacerdote anglicano militante, que se opuso (por "razones" ideológicas, no científicas) al darwinismo de su época, a pesar de que buena parte de su propia filosofía de la ciencia estaba teñida de "evolucionismo".

Para nuestro propósito, Whewell es importante porque, a diferencia de otros empiristas ingleses de su época, en vez de pasar por alto las ideas y contribuciones de otros científicos y filósofos europeos (alemanes y franceses) a los problemas de su interés, los incorporó a su pensamiento filosófico. Es a través de Whewell que las principales ideas empiristas baconianas se casan con ciertos conceptos kantianos, especialmente los incluidos en el "Idealismo trascendental" del filósofo alemán. Debe reiterarse que Whewell no era ajeno ni a la experiencia científica personal ni al estudio de la historia de la ciencia. Sus libros más importantes (escribió muchos) fueron *The history of scientific ideas* ("Historia de las ideas científicas"), publicado en 1858, el *Novum Organon Renovatum* ("Nuevo órgano renovado"), que apareció en el mismo año y el *Philosophy of discovery* ("Filosofía del descubrimiento") que se publicó en 1860.

Whewell postuló la existencia de ciertas *ideas fundamentales* necesarias para el desarrollo del pensamiento científico, aprendidas del estudio de la historia de la ciencia, en contraste con los 12 imperativos categóricos de Kant, derivados de la meditación metafísica. Tales ideas serían "formas generales de comprensión, o de relaciones de nuestros conceptos", y funcionarían de manera muy semejante a las categorías kantianas guiando, modelando y regulando nuestras sensaciones, dándoles coherencia y sentido dentro de la experiencia cotidiana de la realidad. Algunas de estas ideas fundamentales son espacio, tiempo, causa (de varios tipos), realidad externa, polaridad, composición química, afinidad, simetría, semejanza, poderes vitales (asimilación e irritabilidad), y otras más. No se trata de un esquema fijo y estable, genéticamente determinado para el *Homo sapiens* por toda la eternidad; Whewell concibió esta faceta de su sistema dentro de una estructura histórica, y por lo tanto cambiante y evolutiva. Por la misma razón, las ideas fundamentales postuladas por Whewell son la antítesis de los principios primarios de Descartes: mientras estos últimos representan el punto de partida de la discusión filosófica, las ideas whewellianas son el resultado final del estudio de la historia de la ciencia.

Debe mencionarse también que Whewell consideraba a la discusión entre científicos y filósofos como esencial e indispensable para la identificación y definición de las ideas fundamentales; lo que se estaría discutiendo no serían conceptos vacíos, sino los resultados obtenidos durante la investigación experimental. Aquí Whewell revela un grado sorprendente de ingenuidad histórica, al proyectar a todo el mundo futuro la situación completamente excepcional de su época y de su medio académico, aumentada por su propia: condición de sujeto poseedor de una cultura poco común. En cambio, su insistencia en el valor de la dialéctica dentro de la comunidad informada lo identifica como un precursor de la tendencia sociológica de los estudios

sobre problemas científicos, que hoy disfruta de un papel tan predominante en la filosofía de la ciencia. Pero Whewell era un ciudadano del siglo XIX, totalmente imbuido de las ideas del progreso y del inevitable carácter superador de la ciencia. De ahí se derivan sus dos conceptos centrales sobre el método científico, la *conciliación* de las inducciones y la *coligación* de las observaciones.

Estos dos procedimientos sólo tienen de nuevo el nombre, en vista de que han sido utilizados desde tiempo inmemorial: la conciliación de las inducciones es lo que ocurre cuando fenómenos tan aparentemente distintos como los movimientos de los planetas, las olas del mar y la caída de las manzanas, se explican a partir de la teoría newtoniana de la gravitación universal. En este respecto, Whewell señala:

La conciliación de las inducciones ocurre cuando una inducción derivada de una clase de hechos coincide en otra inducción obtenida de una clase diferente. Tal conciliación demuestra la verdad de la teoría en la que ocurre.

Por otro lado, la coligación de las observaciones sobreviene cuando se combinan para establecer nuevos hechos, a través del sentido o significado que adquieren por medio de las ideas fundamentales. Whewell insiste en considerar la mente como un agente activo en el proceso de generación del conocimiento, en una postura muy kantiana y además claramente opuesta a la de los empiristas seguidores de Locke, quienes como ya hemos señalado postulaban un papel puramente pasivo al entendimiento humano, de receptor más o menos fiel de las sensaciones, pero nada más. Un ejemplo de coligación usado por Whewell resultó tener importancia ulterior en su sonada controversia con Mill; se trata de la combinación de las observaciones realizadas por Tycho Brahe sobre las posiciones de Marte (que son los hechos) con el concepto general de eclipse (que es la contribución de la mente), gracias a lo cual Kepler concluyó que el movimiento de Marte alrededor del Sol describe una elipse. Mill opinaba respecto al procedimiento de Kepler que se trataba de una simple "descripción", en lugar de una "inducción", porque los distintos hechos que se habían conjuntado se referían todos a relaciones espaciales, mientras que en las inducciones verdaderas deben agregarse observaciones sobre otros conceptos, como los de número, tiempo, causa, etc. En 1849 Whewell publicó un folleto de 44 páginas con el título *Sobre la inducción, con especial referencia al sistema de lógica del Sr J. Stuart Mill*, en donde critica con gran tino no sólo la peculiar interpretación de Mill al trabajo específico de Kepler, sino buena parte de todo el sistema del eminente filósofo victoriano, incluyendo sus famosos cánones de la inducción. A este respecto, Whewell señala lo siguiente:

Sobre estos métodos, el comentario obvio es que dan por aceptado precisamente lo que es más difícil de descubrir, la reducción de los fenómenos o fórmulas como las que se nos presentan. Cuando se nos ofrece cualquier grupo de hechos complejos, como por ejemplo... los movimientos de los planetas, o de los cuerpos cayendo libremente, o de los rayos refractados, o de los movimientos cósmicos, o del análisis químico; y cuando en cualquiera de estos casos deseamos descubrir la ley de la naturaleza que los gobierna, o si se desea formular de otra manera, la característica que todos ellos tienen en común, ¿en dónde vamos a buscar nuestros *A*, *B* y *C* y *a*, *b* y *c*? La naturaleza no nos presenta los casos de esa manera, y ¿cómo es que vamos a reducirlos a esa forma?

Es interesante que la lectura de esta controversia (naturalmente, con la mentalidad filosófica de fines del siglo *xx*, o sea casi 150 años después de ocurrida) deja la impresión de que Whewell tenía los mejores argumentos, o quizá sería más descriptivo decir que las ideas de Whewell son más afines a las que hoy nos parecen más razonables, o sea que las observaciones adquieren significado sólo en función de las teorías que se lo confieren. Y sin embargo, las ideas de Mill fueron mucho más importantes en su tiempo que las de Whewell, quien hasta hace unos 30 años sólo era conocido por unos cuantos expertos historiadores ingleses de la ciencia.

Para Whewell, la investigación científica se inicia con el análisis minucioso de los conceptos o ideas fundamentales, así como de las observaciones o hechos, que se consideran relevantes en relación con un problema específico. Naturalmente, este primer paso debe ser precedido por otros, cuyas funciones son decidir los criterios de la mencionada relevancia y filtrar, a través de ellos, al universo casi infinito de todos los conceptos y hechos conocidos, actual o potencialmente. Sobre estos pasos previos, que Whewell reconoce como importantes, sus escritos no son muy precisos y en ninguna parte nos dice cómo llevarlos a cabo, aunque sí los bautiza como la "Descomposición de los hechos". Lo que sigue es la famosa coligación de los hechos, que involucra la selección de las ideas apropiadas, la construcción de los conceptos y la determinación de las magnitudes. En esta etapa no se señalan límites al uso de hipótesis, que se reconocen como elementos creativos y por lo tanto no sujetos a reglas generales. Whewell señala lo siguiente:

El descubrimiento de principios generales a partir de hechos específicos se realiza, al menos comúnmente, y con mayor frecuencia de lo que parece al principio, por medio del uso de una serie de suposiciones o hipótesis que se revisan en rápida sucesión y entre las que pronto se detecta la que conduce a la verdad; cuando se identifica, tal hipótesis se sostiene con firmeza, se verifica y se sigue hasta sus últimas consecuencias. En la mente de la mayoría de los

descubridores este proceso de invención, prueba, y aceptación o rechazo de la hipótesis ocurre con tal rapidez que no es posible reconocer sus distintas etapas sucesivas; sin embargo, en algunos casos sí es posible, y entonces también se observa que otros ejemplos de descubrimientos no difieren esencialmente de ellos.

El proceso continúa con la confrontación de las predicciones derivadas de las hipótesis con la realidad, por medio de observaciones o experimentos, la coligación de hechos y la conciliación de inducciones. En la medida en que las hipótesis se confirman por esos procedimientos van adquiriendo el *status* de verdades comprobadas.

Para concluir esta etapa de nuestro examen del método científico a través de la historia, conviene señalar que fueron los empiristas del siglo XIX los que más se preocuparon por examinarlo y, de acuerdo con sus luces, describirlo. Con ellos, la búsqueda de *El método científico* no llega a su fin, pero casi. Los empiristas son el antecedente inmediato del último movimiento filosófico que pretendió, ya en pleno siglo XX encontrar una estructura unitaria como fundamento de toda actividad científica. Me refiero al positivismo, tendencia decimonónica que en nuestro siglo generó varias escuelas relacionadas entre sí, como el empirismo lógico, el pragmatismo, el operacionismo, el positivismo lógico, el instrumentalismo y otras más, que serán objeto de atención en los siguientes capítulos.



V . L O S P O S I T I V I S T A S
D E L S I G L O X I X : C O M T E ,
M A C H , P E I R C E Y
P O I N C A R É

- V.1. INTRODUCCIÓN
- V.2. AUGUSTE COMTE
- V.3. ERNST MACH
- V.4. CHARLES PEIRCE
- V.5. HENRI POINCARÉ

V . 1 . I N T R O D U C C I Ó N

EL POSITIVISMO tuvo una poderosa influencia como movimiento filosófico en el continente europeo, en donde se originó a principios del siglo XIX, así como en otras partes del mundo occidental, incluyendo a todo el continente americano. De hecho, tal influencia duró no sólo a través del siglo XIX sino que se extendió hasta la primera mitad de nuestro siglo, cuando adoptó la forma del positivismo lógico, que examinaremos en el siguiente capítulo. Existen distintas variedades de positivismo, como el social, el evolutivo, el político, el religioso y otros; además, otras formas de pensamiento de interés para nuestro tema, como el pragmatismo y el instrumentalismo, tiene una clara relación con el positivismo, por lo que quizá sería mejor considerar este término como genérico. Las características que comparten los diferentes tipos de positivismo son principalmente tres: la fenomenología, el nominalismo y el reduccionismo. A ellas pueden agregarse el rechazo de los juicios de valor y de los postulados normativos del campo de la ciencia, así como de todas las entidades que no son susceptibles de examen empírico objetivo. El positivismo restringe las actividades de la ciencia exclusivamente a los hechos observables y a la determinación de las leyes de la naturaleza, que son las únicas portadoras de conocimiento genuino. Quedan fuera conceptos como causa, esencia, alma, trascendencia, valor, o Dios, pero también se excluyen otras entidades hipotéticas con arraigo científico, como átomo, valencia, afinidad, o fuerza gravitacional.

Las fuentes filosóficas principales del positivismo pueden encontrarse en Francis Bacon y en los empiristas ingleses, pero sobre todo en los filósofos de la Ilustración. Además, el clima cultural de la época, con la gran ola de optimismo que trajo la Revolución industrial del siglo XVI y los primeros triunfos de la tecnología, favoreció que el positivismo se transformara en un proyecto universal para la vida humana, exaltando a la ciencia como la verdadera fuente de la ética, de la política y hasta de la religión. Debido a su adopción del concepto de progreso universal necesario e inevitable, el positivismo se relacionó con otro movimiento filosófico importante en el siglo XIX, el idealismo absoluto de Hegel, por lo que también puede considerarse como parte del romanticismo. Con todo el interés que el positivismo tuvo y todavía tiene como movimiento filosófico, en éste y en el próximo capítulo sólo nos referiremos a su participación en la historia del método científico.

El término "ciencia positiva" fue usado por primera vez por Madame de Stael alrededor de 1800 y adoptado posteriormente por Saint-Simon, el precursor del socialismo. Auguste Comte (1788-1857) nació en Montpellier, Francia, en el seno de una familia estrictamente católica y defensora de la monarquía; sin embargo, a los 14 años de edad el joven Comte anunció que ya no creía ni en Dios ni en el rey. A los 26 años de edad se inscribió en la *École Polytechnique*, fundada en 1794 para educar ingenieros militares pero que rápidamente se había transformado en una excelente escuela de ciencias avanzadas; aquí Comte se dedicó con ahínco a sus estudios de matemáticas y astronomía, bajo la guía de Carnot, Lagrange y Laplace, entre otros. Sin embargo, dos años más tarde (en 1816) fue expulsado cuando la escuela se reorganizó sobre bases monárquicas, pero en lugar de regresar a Montpellier se quedó en París, donde sobrevivió por medio de clases privadas de matemáticas y bajo la influencia de los *idéologues*, como Cabanis, Destutt de Tracy y Volney. En 1817 se hizo secretario de Saint-Simon y permaneció en ese puesto los siete años siguientes, hasta que se separaron ferozmente peleados; de todos modos, en esos siete años Comte absorbió muchas de las ideas de Saint-Simon, que posteriormente pasarían a primer plano en su filosofía positiva.

En 1826 Comte anunció un curso privado que atrajo oyentes tan ilustres como Humboldt, Fourier, Esquirol y Blainville; desafortunadamente, después de la tercera conferencia Comte sufrió un ataque de locura que duró más de un año, al cabo del cual se deprimió de manera tan profunda que intentó suicidarse arrojándose al Sena de donde por fortuna fue rescatado. En 1828 reanudó su famoso curso, que empezó a publicarse en 1830 y se terminó 12 años más tarde; en ese lapso Comte también dictó un curso anual gratuito sobre astronomía, fue encarcelado por rehusarse a ingresar a la guardia nacional monárquica, y se divorció de su esposa, una mujer con la que se había casado muy joven, que lo había cuidado durante su periodo de locura, y que incluso había tenido que contribuir a los ingresos familiares ejerciendo la prostitución. En 1845 Comte conoció a Clotilde de Vaux y se enamoró de ella, pero la relación (que produjo un impacto indeleble en Comte y cambió su filosofía) solamente duró un año, debido al fallecimiento de Clotilde. Esta tragedia se agregó a su precaria situación económica, que había contado con el apoyo generoso de varios mecenas ingleses (gestionado por John Stuart Mill, quien admiraba a Comte) pero que lo habían suspendido en vista de que Comte adoptó la arrogante pose de un "alto magistrado moral" lo que también molestó a Mill, quien dejó de escribirle. Comte continuó viviendo en la penuria hasta 1848,

cuando se hizo tan insostenible que uno de sus alumnos más distinguidos, el famoso Emil Littré, publicó una solicitud de suscripciones para apoyar los trabajos de Comte, que obtuvo una generosa respuesta. Debe mencionarse que uno de los suscriptores fue Mill, y que el mismo Littré siguió colaborando generosamente en la empresa aun después de haberse distanciado de Comte, en vista del insufrible carácter de éste. En sus últimos años, Comte transformó su filosofía positiva en un sistema religioso, organizado en gran parte siguiendo la estructura de la Iglesia católica, con escrituras sagradas, templos, servicios, santos y demás, pero el Ser Superior que se veneraba era la humanidad y el papa de esta iglesia era el propio Comte; entre los santos se mencionaba a Newton, Galileo, Gutenberg, Shakespeare, Dante, Julio César y Clotilde de Vaux. Naturalmente, el catecismo de esta iglesia fue publicado por Comte, en 1852; cuatro años más tarde todavía publicó una útil *Síntesis subjetiva* de muchas de sus ideas políticas y sociales, y al año siguiente murió de cáncer, en la misma situación de abyecta pobreza en que vivió la mayor parte de su vida.



Auguste Comte (1788-1857).

Desde el principio de sus trabajos científicos, Comte sostuvo que su máxima utilidad estaba en el campo de las ciencias sociales, que él llamaba primero "física social" y después bautizó como "sociología". En su famoso *Curso de filosofía positiva* Comte tiene dos objetivos principales: en primer lugar, demostrar la necesidad y la propiedad de una ciencia de la sociedad, y en segundo lugar, mostrar a las distintas ciencias como ramas de un solo tronco, o sea darle a la ciencia la categoría que hasta entonces era propia de la filosofía. Comte basa sus postulados en su estudio de la historia de la ciencia, en lo que coincide con Whewell. El *Curso* se inicia con el enunciado de la famosa ley de las tres etapas, según la cual

todo concepto, rama del conocimiento o ciencia, pasa por las siguientes tres etapas sucesivas:

1) *la etapa teológica*, en la que

...la mente humana, orientando su búsqueda a la naturaleza del ser, a las causas primeras y finales de todos los efectos que contempla, en una palabra, al conocimiento absoluto, ve los fenómenos como productos de la acción directa y continua de agentes sobrenaturales más o menos numerosos, cuya intervención arbitraria explica todas las aparentes anomalías del universo.

2) *La etapa metafísica*, que

... en el fondo, es una simple modificación de la teológica, en donde los agentes sobrenaturales son reemplazados por fuerzas abstractas, verdaderas entidades (abstracciones personificadas) inherentes en los varios tipos del ser y concebidas como capaces por sí mismas de engendrar todos los fenómenos observados, cuya explicación consiste en asignarle a cada uno su entidad correspondiente.

3) *La etapa positiva*, en donde

... la mente humana, reconociendo la imposibilidad de alcanzar conceptos absolutos, abandona la búsqueda del origen y el destino del universo, y de las causas internas de los fenómenos y se limita al descubrimiento, por medio de la razón y la observación combinadas, de las leyes que gobiernan la secuencia y la semejanza de los fenómenos. La explicación de los hechos, ahora reducidos a sus términos reales, consiste en el establecimiento de una relación entre varios fenómenos particulares y unos cuantos hechos generales, que disminuyen en número con el progreso de la ciencia.

En la etapa teológica lo que se busca es una causa primaria, en la etapa metafísica se persigue una esencia, y en la positiva (nosotros diríamos científica), lo que se establece es una ley. En 1866, en un folleto escrito en defensa de su maestro, un discípulo de Comte ofreció la siguiente ilustración de las tres etapas:

Tomemos el fenómeno del sueño inducido por el opio. Los árabes se contentan con atribuirlo a la "voluntad de Alá". El estudiante de medicina de Molière lo explica por un *principio soporífico* contenido en el opio. El fisiólogo moderno sabe que no puede explicarlo de ninguna manera. Lo que puede hacer es simplemente observar, analizar y hacer experimentos con los fenómenos que resultan de la

acción de la droga, y clasificarla con otros agentes de carácter análogo.

Cada una de las tres etapas mencionadas no sólo representa una fase bien definida en la historia de las ciencias y un estadio específico en el desarrollo mental del individuo, sino también una estructura distinta de la sociedad. De esa manera, en la etapa teológica predomina la vida militar, en la etapa metafísica dominan las formas legales, mientras que en la etapa positiva prevalece la sociedad industrial. Comte sostenía, de la misma manera que Hegel, que a través del desarrollo histórico es posible discernir un movimiento paralelo de ideas y de instituciones. Según Comte, la astronomía era la primera ciencia que ya había completado el ciclo trifásico mencionado, gracias a que es la que se ocupa de los fenómenos más generales y más simples, además de que afecta a todas las demás ciencias sin ser afectada por ninguna de ellas.

El gran objetivo de la filosofía positivista es, de acuerdo con Comte, avanzar el estudio de la sociedad hasta que alcance la tercera etapa; en otras palabras, sacar a la sociología de los dominios de la religión y de la metafísica y traerla al campo de la física y de la biología. Una vez convertida en una disciplina científica, la sociología tendría dos departamentos: uno, estático, albergaría las leyes del orden mientras que el otro, dinámico, reuniría las leyes del progreso. De esa manera la sociología se transformaría en la reina de las ciencias, colocada en el lugar de honor (el último) de la clasificación de Comte. Esta clasificación (que realmente es un ordenamiento jerárquico) va de las disciplinas más simples a las más complejas, pero también incluye el concepto de dependencia secuencial; derivado no sólo de sus estructuras respectivas sino también de su historia; en otras palabras, las ciencias más básicas o generales preceden a las más aplicadas o específicas.

La lista propuesta de Comte es la siguiente:

- | | |
|----------------|---------------|
| 1) Matemáticas | 4) Química |
| 2) Astronomía | 5) Fisiología |
| 3) Física | 6) Sociología |

Cada miembro de esta serie depende de todos los hechos y leyes propias de los que lo preceden, es más específico que ellos, y no puede entenderse sin ellos, por lo tanto, no puede existir una física adecuada si antes no se desarrolla la astronomía, y el establecimiento de una química vigorosa debe preceder al

crecimiento de la fisiología. De la lista mencionada se desprende que la sociología será la última ciencia que logre librarse de la influencia de dogmas teológicos y de ficciones metafísicas, y por lo tanto también será la última en ingresar a la etapa positiva o científica. En cambio, y aunque él mismo era matemático, Comte se opone al uso extenso o exagerado de las matemáticas, a las que no consideraba como verdadera ciencia sino más bien como un instrumento de trabajo entre otros muchos. Aunque en principio todos los fenómenos pudieran ser susceptibles de manejo matemático, en la práctica los pertenecientes a las ciencias más complicadas, como la fisiología y especialmente la sociología, escapan a este tratamiento.

En relación con el método científico, el positivismo de Comte subraya que conforme los hechos se hacen más complejos, como los fenómenos fisiológicos, comparados con los astronómicos, también los métodos necesarios para estudiarlos aumentan en complejidad, como en el caso de la fisiología experimental, comparada con la simple observación de los movimientos planetarios. En contraste con Descartes, quien postuló un solo método correcto (el método geométrico) para guiar la razón, Comte estaba convencido de que cada disciplina desarrolla una estrategia lógica y operacional apropiada para ella y que tal metodología surge y se entiende a partir del estudio de la historia de la ciencia. De hecho, Comte señala específicamente que Descartes era su predecesor y que él había culminado los estudios cartesianos al estudiar la mente no en forma abstracta sino por medio de la historia; en otras palabras, la lógica de la mente no puede comprenderse *a priori*, sino más bien en función de lo que ha hecho en el pasado.

Los diferentes métodos mencionados por Comte son realmente tres: observación, experimentación y comparación. En contraste con los empiristas, quienes como ya hemos visto, cultivaron la descripción minuciosa de sus respectivas versiones de la metodología científica, Comte se mantuvo en una tesitura muy general, por lo que ha sido interpretado de distintas maneras por diferentes autores, cada uno queriendo identificar su esquema favorito en el padre del positivismo. De acuerdo con Comte, el primer procedimiento en el trabajo científico es la *observación* de los hechos, pero no en el sentido de Hume, de grupos de sensaciones, o de Locke o Mill, de fenómenos registrados tal como ocurren "ahí afuera", sino más bien en el de Kant, de datos percibidos dentro de un contexto previamente establecido, pero no de imperativos categóricos o de ideas fundamentales, sino dependiente de alguna hipótesis o ley científica, Comte llamó a esta interacción entre el fenómeno observado y la teoría que le da sentido una "especie de círculo vicioso" y señaló el riesgo de pervertir la percepción de los fenómenos para acomodar alguna hipótesis preconcebida. En su sistema positivista, la tarea del

En resumen, el positivismo de Comte fue muchas cosas para mucha gente; su impacto en la filosofía de la ciencia y en la educación fue definitivamente mayor que el de otros sistemas filosóficos anteriores o de su tiempo, sobre todo en el mundo latino; desde luego, en América tuvo una influencia pública definitiva, especialmente en México y Brasil, que todavía hoy se nota. Su rechazo sistemático de las ideas trascendentales y metafísicas del campo de la ciencia representó un parteaguas en la historia del pensamiento del mundo occidental. El positivismo de Comte tiene muchos aspectos criticables, no sólo desde el punto de vista actual (con siglo y medio de ventaja) sino también desde el de sus contemporáneos. Uno de sus críticos más agudos y generosos fue Mill quien con caballerosidad victoriana, pero también con puntería infalible, señaló las imprecisiones y deficiencias del método científico propuesto por Comte. Sin embargo, el positivismo de Comte también posee algunas facetas no sólo valiosas en su tiempo sino aún vigentes en el nuestro; espero incluirlas en el último capítulo de este volumen.



Aunque para los filósofos generales (si es que existe tal categoría) Comte es el padre y el máximo sacerdote del positivismo, para los filósofos de la ciencia el positivista más profundo y depurado es Ernst Mach (1838-1916), quien nació en Taras, Moravia (hoy República Checa pero entonces parte del Imperio austro-húngaro) y estudió matemáticas y física en Viena. A los 26 años de edad fue nombrado profesor de matemáticas en la Universidad de Graz, tres años más tarde pasó a Praga como profesor de física, en 1885 llegó a Viena como profesor de historia y teoría de las ciencias inductivas, y en 1901 ingresó a la cámara alta del parlamento austriaco; falleció en Haar, cerca de Munich, a los 78 años de edad. La diversidad de sus intereses académicos contrasta con la imagen estereotipada que tenemos del *Herr Geheimrath* alemán, en vista de que hizo contribuciones originales en acústica, óptica, percepciones sensoriales en general y estética, así como en electricidad, mecánica, hidrodinámica y termodinámica, además de sus estudios fundamentales en historia y filosofía de la ciencia; también escribió sobre otros temas tan diferentes como la química de la maduración de las uvas, el sitio de los clásicos en la educación secundaria, y la fotografía de los proyectiles en pleno vuelo. Tal amplitud de intereses no traducían un simple diletantismo, sino todo lo contrario: Mach estaba convencido de que la división de la ciencia en especialidades como física, química o psicología es artificial y arbitraria, además de ser peligrosa, si se toma como algo más que una mera conveniencia práctica. En el desarrollo de su filosofía positivista, Mach alcanzó el concepto que subtiende al Círculo de Viena, a la Escuela de Berlín y a la *Enciclopedia universal de la ciencia unificada*, uno de los más grandes proyectos de la escuela conocida como positivismo lógico. De hecho, la primera organización pública que formaron varios futuros miembros del Círculo de Viena se registró con el nombre de "Ernst Mach Verein", o sea "Sociedad Ernst Mach". William James, quien lo visitó en 1882 en Praga, dijo que le parecía que Mach había leído todo y pensado en todo.



Ernst Mach (1838-1916).

En contra de lo que pudiera pensarse, la relación entre Comte y Mach no fue directa ni importante; aunque en una ocasión Mach se refiere a la ley de las tres etapas del conocimiento como si la tomara en serio, su formación tuvo un carácter mucho más riguroso y experimenta; que el de Comte, y Mach nunca se apartó del terreno científico para internarse en el de la política o la sociología, y mucho menos en la religión. Pero su epistemología es estrictamente fenomenológica, su rechazo de toda metafísica es rotundo y total, y su insistencia en el enfoque histórico de la filosofía de la ciencia es sistemática. Estas razones, junto con las mencionadas arriba, justifican de sobra que se incluya a Mach entre los positivistas, aunque en un momento veremos que también ha sido considerado como operacionista o instrumentalista. El uso de estos términos sugiere que se trata de escuelas bien definidas y fácilmente distinguibles entre sí, pero la realidad es otra; ya hemos mencionado que se reconocen diferentes variedades o tipos de positivismo, dependiendo de la amplitud de la manga dentro de la que se acomodan. Mach parece haber llegado a su postura filosófica esencial a los 17 años de edad, por medio de un episodio semejante a una "revelación" religiosa, estimulada por la lectura de Kant dos años antes; en sus propias palabras:

Repentinamente, comprendí lo superfluo de; papel desempeñado por la "cosa en sí". En un día brillante de verano y al aire libre, de pronto el mundo y mi ego se me presentaron como una masa coherente de sensaciones...

Todos los que han leído a Kant estarán de acuerdo en que pretender entenderlo a los 15 años puede tener consecuencias graves e indelebles; esto parece ser lo que ocurrió con Mach, quien pasó el resto de su vida tratando de explicarse el sentido y las implicaciones de la visión del universo y de su yo, como una

"masa coherente de sensaciones". Otro filósofo que tuvo una profunda influencia en las ideas de Mach fue Berkeley, a quien se encontró por primera vez en el Apéndice de los *Prolegómenos* de Kant, la permeación de la filosofía de Mach por ciertos postulados de Berkeley es tan completa que algunos autores consideran más bien al idealista obispo irlandés, en lugar del positivista filósofo francés, como su verdadero precursor. Es muy probable que Mach hubiera aceptado el "*Esse est percipit*" de Berkeley, pero en cambio es seguro que hubiera rechazado la noción de que Dios se encargaba de evitar que su fenomenología empirista radical se transformara en un solipsismo estéril. Mach también eliminó de su sistema filosófico científico al cartesianismo, de modo que todas las leyes y principios de la ciencia se basan exclusivamente en la experiencia, que para él significa un conjunto de sensaciones. Los conceptos cartesianos *a priori* no existen, los imperativos categóricos kantianos son entidades ficticias, lo único que debe creerse es lo que puede experimentarse.

De acuerdo con esta posición, los elementos esenciales del conocimiento son las sensaciones; por lo tanto, lo que debe promoverse es la determinación de las relaciones entre los distintos tipos de sensaciones. Éste parece un programa positivista *a la* Comte, pero la filosofía de Mach era fundamentalmente monista; lo que pedía era la eliminación definitiva de cualquier remanente metafísico y el apego fiel a las circunstancias empíricas actuales. En este renglón, Mach se acerca al operacionismo, cuando señala que ciertos conceptos científicos se basan en sensaciones específicas:

Postulo que cada concepto físico sólo representa un cierto tipo definido de conexión con los elementos sensoriales... Tales elementos... son los materiales más simples con los que se construye el mundo físico, y también el psicológico.

Con esta base, Mach rechaza de la ciencia, igual que Comte, todo aquello que no se deriva de nuestras sensaciones. Pero para un físico experimental metido a filósofo, tal posición tenía a fines del siglo XIX muchos más bemoles que para un matemático y astrónomo metido a filósofo a principios del mismo siglo. Comte podía darse el lujo de negarle existencia científica a los átomos, pero para Mach esto era mucho más problemático porque en su tiempo, aunque todavía no demostrable objetivamente, el átomo ya servía para comprender y coordinar una masa enorme de datos empíricos; por ejemplo, es más fácil recordar la composición química de las sustancias por su fórmula que por su peso molecular, a pesar de que era este último el que se determinaba en forma más o menos directa. Esto podría explicar que Mach, aunque por un lado excluye formalmente a "todo lo que nos representamos además de las apariencias", o sea a las hipótesis o teorías, por otro lado las deja entrar subrepticamente por la puerta

falsa, diciendo que sólo son fórmulas o "*memoria technica*", con valor puramente didáctico o heurístico, pero sin existencia real. De hecho, el uso de conceptos no empíricos para facilitar la predicción de fenómenos registrables como sensaciones objetivas, o sea como instrumentos imaginarios de toda investigación que contribuya a obtener resultados reales, es muy anterior a Mach: es otra forma de describir la doctrina medieval de que deben "salvarse las apariencias". Pero también explica que, ocasionalmente, la filosofía positivista de la ciencia de Mach haya sido calificada de "instrumentalista".

Éste no es el momento de examinar críticamente al instrumentalismo, pero conviene señalar que tal postura filosófica renuncia a explicar los fenómenos observados; de acuerdo con los instrumentalistas, la función de las hipótesis y teorías es únicamente la de facilitar la descripción objetiva de los hechos. Recordemos que la definición de Mach de la ciencia enfatizaba, como su característica más sobresaliente la máxima economía en la descripción del mayor número de hechos. De hecho, se ha dicho que el concepto de ciencia de Mach era "la expresión del máximo de conocimientos con el mínimo de esfuerzo". Pero si las hipótesis y teorías científicas sólo funcionan como "*memoria technica*", si sólo son instrumentos para generar conocimientos y no poseen realidad objetiva, resulta difícil concederles algún sentido o significado propio. Se trata de estrategias diseñadas para alcanzar objetivos que no sólo no las incluyen sino que las rebasan. No nos dicen nada respecto a la realidad sino que su mensaje se limita a señalar regularidades en nuestras sensaciones.

Mach sabía todo esto, pero también sabía otras cosas. En su tiempo se promulgó la teoría darwiniana de la evolución por medio de la selección natural. Ningún científico que se respetara podía mantenerse al margen de esta teoría, y Mach se tenía un enorme respeto. Por lo tanto, procedió a incorporar no sólo el lenguaje sino también las ideas de Darwin en su filosofía de la ciencia, señalando que puede suponerse que ciertas hipótesis o teorías científicas no se adaptan satisfactoriamente a los hechos, mientras que otras sí lo hagan; la consecuencia natural sería que las hipótesis bien adaptadas a la realidad sobrevivieran y que las incongruentes con ella desaparecieran. Además, algunos pensamientos pueden estar más o menos adaptados a otros y cuando lo primero es lo que ocurre, el resultado es una buena teoría. De esta manera logró Mach reintroducir las hipótesis y teorías en su esquema positivista de la ciencia, después de haberlas expulsado con su rechazo inicial de la metafísica.

Sin embargo, con este giro biológico, Mach realmente cambió su esquema filosófico de la realidad: como positivista comtiano, su mundo estaba constituido nada más por sensaciones y las relaciones entre ellas, mientras que como positivista darwiniano,

estaba aceptando que también existían pensamientos y "hechos", a los que las ideas podían estar más o menos adaptadas. Cohen ha señalado que esto nos permite distinguir a dos Mach, uno, el austero e inflexible fenomenólogo, nominalista y reduccionista, y el otro, el filósofo menos rígido y menos opuesto al sentido común, que aceptaba hipótesis y teorías, junto con un mundo real más allá de las sensaciones que produce.

Finalmente, conviene señalar otro aspecto de la filosofía de la ciencia de Mach directamente relacionado con su concepto del método científico. Me refiero a los llamados *Gedankenexperimenten* o "experimentos mentales", que en los escritos de Mach desempeñan un importante papel. Como investigador activo, Mach sabía muy bien que ni él ni sus colegas científicos llegaban a sus laboratorios a hacer experimentos sin ideas preconcebidas, sino todo lo contrario; los experimentos eran la etapa final de un proceso largo y cuidadoso de análisis conceptual, de clarificación de las ideas, de diseño de distintas opciones y de selección de las más viables por medio de confrontaciones con ciertas circunstancias críticas generales. Sólo al final de este proceso, cuando ya no es posible distinguir entre varias hipótesis para explicar un fenómeno dado, en función de la información conocida, se procede a diseñar un experimento cuyo resultado permita tal distinción. A toda la parte teórica de este proceso es a lo que Mach llamaba "experimentos mentales", señalando además que tenían un elevado valor pedagógico y que su costo era mínimo. En años posteriores, el concepto de "experimento mental se ha hecho menos amplio y dentro de toda esa actividad teórica se ha intentado separar de la definición de conceptos, de la generación de hipótesis y de su análisis comparativo, quedando reducido el "experimento mental" a las preguntas y las respuestas teóricas (estas últimas basadas en información existente) que permiten descartar una o más de las hipótesis propuestas para explicar una relación entre dos o más hechos, o la existencia de un fenómeno. En condiciones ideales (o por lo menos favorables), después de realizado un "experimento mental", el siguiente paso sería un "experimento crucial", o sea un diseño de manipulación de la naturaleza cuyo resultado permitiría discriminar entre las hipótesis que no pudieron distinguirse por medio del "experimento mental". Los "experimentos mentales" son episodios de cerebración, que pueden llevarse a cabo en posición supina en el dormitorio o (mejor aún) en la playa, con los ojos entrecerrados y con mínimo ejercicio muscular, mientras que los "experimentos cruciales" son manipulaciones de la naturaleza que sólo pueden realizarse en el laboratorio o en el campo, casi siempre en posición erecta o sentada, con los ojos bien abiertos y con un gasto de energía física que oscila entre moderado y exhaustivo.

Seguramente que Charles Peirce (1839-1914) se hubiera opuesto a ser considerado como positivista, y no es remoto que hubiera tenido razón. Porque para un personaje tan complejo y tan cambiante a través de su larga y activa vida, una sola categoría filosófica es demasiado poco. Peirce nació en Cambridge, Massachusetts, hijo del profesor "Perkins" de matemáticas y astronomía de la Universidad de Harvard, y el matemático norteamericano más distinguido de su tiempo. Como era de esperarse, desde temprano el joven Peirce mostró gran facilidad y afición por las matemáticas la física y la química, en la que se graduó *cum laude* en 1863, a los 24 años de edad. Los siguientes 15 años los pasó como astrónomo en el observatorio de Harvard y como físico en una oficina técnica del gobierno de su país (de la que su padre era jefe); a partir de 1866 empezó a publicar trabajos sobre lógica y filosofía de la ciencia. En 1879 fue nombrado conferencista de lógica en la nueva universidad Johns Hopkins, en Baltimore, Maryland. En ese ambiente académico permaneció por cinco años, al cabo de los cuales lo abandonó; tres años más tarde recibió una cuantiosa herencia, con la que se retiró a Milford, Pennsylvania, donde vivió más o menos aislado los últimos 27 años de su vida. Aunque se casó dos veces, no tuvo hijos. Aparentemente Peirce tenía un carácter difícil y un estilo de vida desordenado, por lo que fue rechazado socialmente por los puritanos de Nueva Inglaterra, aunque le reconocieron su eminencia filosófica, al grado de que en vida se transformó en una leyenda que ocasionalmente llegaba a Harvard y daba conferencias sobre lógica y Filosofía con gran éxito. La quiebra bancaria de 1893 lo arruinó, tuvo que vender todas sus propiedades pero todavía quedó endeudado por el resto de su vida, y a partir de 1905, a los 66 años de edad, vivió de la caridad pública. En 1907 William James presidió una colecta para proporcionarle un apoyo económico mínimo, que lo ayudó a resolver las necesidades más elementales hasta su muerte, ocurrida en la primavera de 1914.



Charles Sanders Peirce (1839-1914).

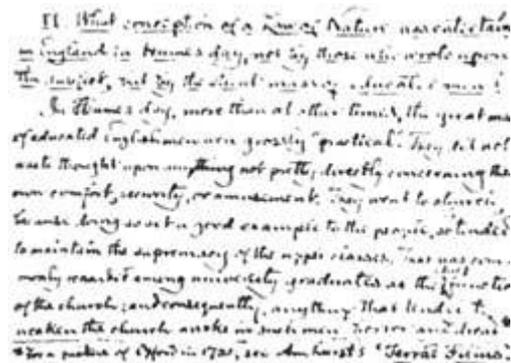
Considerando la amplitud y variedad de sus intereses, Peirce seguramente fue el último aspirante al título de Leonardo, de ciudadano universal de la cultura: escribió sobre lógica, epistemología, semiótica, el método científico, metafísica, cosmología, ontología, ética, estética, fenomenología, religión y especialmente sobre matemáticas. En estas líneas sólo prestaremos atención a sus comentarios sobre el método científico, no sólo por su conexión con el positivismo tradicional sino también por sus compromisos con el mundo capitalista actual. Conviene señalar que las ideas de Peirce sobre la estructura de la ciencia y su metodología fueron cambiando a lo largo de los años; al principio de su carrera fue kantiano y al final terminó siendo el fundador del pragmatismo. Su interés central fue siempre la lógica, por medio de la que intentó desarrollar un método científico que fuera común a todas las ciencias, o por lo menos un procedimiento para generar hipótesis. Peirce distinguía tres formas diferentes de razonamiento o "inferencia" usadas habitualmente en la ciencia: deducción, inducción e hipótesis. Peirce bautizó al proceso mental por medio del que se generan hipótesis como "retroducción" o "abducción", y postuló que su lógica no podía separarse de la forma como se pondría a prueba y que está implícita en su formulación, o sea la manera como sería capaz de explicar los hechos para cuya explicación se propone. Para presentar una hipótesis es necesario que sus consecuencias se deduzcan y se pongan a prueba. Es en estos tres pasos sucesivos (abducción o retroducción de una hipótesis, deducción de sus consecuencias y pruebas que se realizan) en los que se basa el método científico de Peirce, aunque desde luego el más importante para él y para nosotros es el primero, o retroducción. Pero respecto al procedimiento mismo para generar hipótesis, a la lógica del descubrimiento científico, Peirce no dice nada concluyente; cuando más, ofrece razones para que ciertas hipótesis se prefieran sobre otras. En sus primeras

formulaciones, Peirce sugirió que la lógica de la retroducción tenía un elemento ético, en vista de que es:

[...] la teoría del razonamiento correcto, de lo que el razonamiento debería ser, no de lo que es... no es [la lógica] la ciencia de cómo pensamos, sino de cómo deberíamos pensar... para que pensemos lo que es cierto.

Peirce también insistió, de acuerdo con los positivistas, en que las hipótesis debían poderse poner a prueba experimentalmente, y que tal cosa, ahora en desacuerdo con los positivistas, debería hacerse con la mayor economía, no sólo de ideas sino también de trabajo, de tiempo y de recursos materiales. Aquí Peirce le concedía importancia a factores socioeconómicos en la estructura misma del conocimiento, lo que Mach nunca hubiera aceptado. Pero además, Peirce tenía un concepto más amplio que los positivistas de significado de las pruebas experimentales, que para estos últimos deberían ser objetivas y directas, mientras que para Peirce las demostraciones indirectas también eran igualmente aceptables. Finalmente, Peirce introdujo el pragmatismo como un elemento nuevo en el método científico, insistiendo en la importancia de las consecuencias prácticas de todo el proceso. En sus propias palabras:

La única forma de descubrir los principios sobre los que debe basarse la construcción de cualquier cosa es considerando qué es lo que se va a hacer con ella una vez que esté construida.



Manuscrito de un artículo original de Peirce.

Es importante examinar, aunque sólo sea de pasada, el concepto pragmático de la verdad. Si en un momento determinado dos

hipótesis distintas, ambas generadas para explicar un mismo grupo de fenómenos, no pudieran distinguirse en función de sus capacidades predictivas en la práctica, las dos deberían considerarse igualmente ciertas. Esto es precisamente lo que ocurrió en Europa durante el siglo XVI cuando la teoría geocéntrica de Ptolomeo y la heliocéntrica de Copérnico servían para ayudar a la navegación marítima con igual eficacia, por lo que ambas podían haber sido declaradas como verdaderas desde ese punto de vista; en cambio, con la introducción del telescopio la utilidad práctica de la hipótesis de Copérnico superó a la de Ptolomeo, por lo que a partir de ese episodio la verdad ya nada más le correspondió a Copérnico. De igual forma ocurrió en el siglo XIX con las teorías contagionista y anticontagionista de la fiebre amarilla: ambas tenían consecuencias prácticas de valor no sólo médico y filosófico sino también económico, en vista de que decidían la viabilidad y la extensión de las facilidades comerciales entre los distintos países, debido a las famosas cuarentenas portuarias. La información objetiva que existía en este campo hasta antes de Pasteur y Koch se podía explicar en forma igualmente satisfactoria (o insatisfactoria) por las dos teorías, que postulaban hechos diametralmente opuestos; sin embargo, con el descubrimiento del papel patógeno de los agentes microbianos, la teoría anticontagionista dejó de ser verdad y le cedió todo el campo a la teoría microbiana de la enfermedad.

De lo anterior se desprende que el pragmatismo, además de tener fuertes relaciones con el instrumentalismo, también está emparentado de cerca con el relativismo, una corriente filosófica antigua pero que en el campo de la ciencia es relativamente reciente y ha tenido un impacto importante, sobre todo a partir de los trabajos de Kuhn. Pero el pragmatismo también tiene elementos positivistas, que ya hemos señalado y que explican su inclusión en este capítulo. Todas estas influencias e interacciones entre las distintas "escuelas" mencionadas son convenientes en teoría pero falsas (o mejor aún, parciales y artificiales) en la realidad. Los científicos y filósofos cuyos pensamientos y contribuciones hemos mencionado no se preocuparon por mantenerse dentro de esquemas que posteriormente resultarían cómodos a los historiadores, sino que pensaron y argumentaron según su época y su leal saber y entender. Somos nosotros, sus estudiantes e intérpretes, los que intentando comprenderlos mejor, tratamos de encasillarlos en compartimentos más o menos rígidos; la medida en que nuestros esquemas se apartan de la perfección teóricamente anticipada no es sólo reflejo de nuestra incapacidad sino también del grado en que las distintas casillas se superponen.

En relación con los aspectos prácticos, la lógica es la cualidad más útil que pueden poseer los animales y, por lo tanto, debe haberse derivado de la acción de la selección natural.

El darwinismo prevaleció como filosofía en los últimos escritos de Peirce, quien señaló:

En años posteriores, Peirce consideró cuatro métodos por los que se pueden "fijar las creencias": 1) *tenacidad*, o sea creyendo lo que se quiere creer, 2) *autoridad*, aceptando que el Estado (o cualquier otra estructura de poder) controle las creencias; 3) el método *a priori*, en el que las conclusiones se alcanzan racionalmente; 4) el método *científico*. En términos generales, la evolución del pensamiento humano habría progresado a partir de las ideas prefilosóficas primitivas a las especulaciones autoritarias de la Edad Media, de ahí al racionalismo europeo tipificado por Descartes, para finalmente alcanzar su último desarrollo, las teorías científicas de Peirce. Pero no se detuvo ahí, porque de la misma manera que Mach, Peirce aceptó el marco darwiniano para reformular sus ideas, que de esa manera confirmaron una de sus propiedades más valiosas: su capacidad para reconfigurarse siguiendo la nueva información. De acuerdo con Aristóteles y con Santo Tomás de Aquino, pero por razones muy distintas, Peirce aceptó la existencia de una afinidad especial entre el hombre y la naturaleza, lo que explicaría que a través del tiempo el ser humano hubiera ido adquiriendo progresivamente cierta capacidad o aptitud especial para seleccionar, del universo de todas las hipótesis posibles, las mejores para explicar un fenómeno dado.

Para justificar el razonamiento inductivo, Peirce se adhirió al realismo epistemológico, que postula la existencia independiente de los objetos estudiados por la ciencia. Las ideas o conceptos sólo tendrían significado si eran capaces de producir efectos experimentados en condiciones controladas. En escritos previos, Peirce había señalado que la esencia de cualquier idea era la creación de un hábito específico, de modo que cuando dos ideas en apariencia distintas resultaban en el mismo hábito, o sea que disipaban la misma duda por medio de la misma acción, en realidad no eran esencialmente diferentes, aun cuando se expresaran de manera muy disímbola. Para determinar el significado de alguna idea, lo que debe hacerse es:

...determinar los hábitos que produce, porque el significado de una cosa es simplemente los hábitos que causa. Ahora bien, la identidad de un hábito depende de cómo nos lleve a actuar no sólo en circunstancias comunes sino en cualquiera que pudiera ocurrir, aunque fuera la más improbable. Lo que el hábito es depende de cuándo y cómo nos induce a actuar. En relación con el cuándo, cada estímulo para actuar se deriva de una percepción; en referencia al cómo, cada propósito de actuar es producir algún resultado sensible. De esta manera llegamos a que lo tangible y práctico es la raíz de todas las diferencias verdaderas en el pensamiento, no importa qué tan sutiles sean, y no existe una distinción de

significado tan fina que no sea otra cosa que una diferencia posible en la práctica.

Aceptar que un cuerpo es blando es lo mismo que decir que otros cuerpos lo rasguñan, lo cortan o lo deforman; en otras palabras, las cualidades de los objetos se transforman en relaciones entre los objetos. Para Peirce, las consecuencias derivadas de las acciones basadas en una idea no determinan su significado, sino que éste más bien depende de las proposiciones que relacionan las consecuencias mencionadas con las circunstancias en que ocurren; en otras palabras, el significado de una idea está contenido en proposiciones de la forma "si X, entonces Y", o sea que relacionan operaciones en el objeto de la idea con efectos experimentados por el investigador o filósofo.

En su magnífico libro sobre la evolución histórica de la filosofía de EUA, Kuklick señala que la salida de Peirce de la Universidad Johns Hopkins significó su aislamiento progresivo del ambiente académico, y aunque el filósofo continuó trabajando y modificando su sistema, al final la inevitable combinación de los años + la soledad terminaron por hacer sus ideas primero desconocidas (aparte de unos cuantos artículos en revistas periódicas, no publicó nada en los 30 años que sobrevivió después de salir de la Universidad Johns Hopkins), después oscuras y difíciles, y finalmente anacrónicas. Kuklick termina su examen de la vida y filosofía de Peirce con el siguiente párrafo:

Esos fueron los costos, para Peirce y para la filosofía norteamericana, de su salida de Hopkins. Murió al iniciarse la primavera de 1914, un extraño recluso, en un cuarto oscuro y sin calefacción de Arisbe (su casa en Milford), mientras seguía buscando, como los antiguos filósofos griegos, el *Arché*, el Principio, el Origen de las cosas.



Uno de los libros más importantes que he leído sobre filosofía de la ciencia es una antología de ciertos escritos de Henri Poincaré, tomados sobre todo de dos de sus obras fundamentales (*La science et l'hypothese*, Flammarion, París, 1902, y *Science et Méthode*, Flammarion, París, 1908). Esta antología se publicó en México en 1964 por la UNAM, con una espléndida y muy aceptable introducción de Eli de Gortari (reimpresa en 1984), y en 1981 por CONACYT, con el extenso y un tanto técnico prólogo de Jean Dieudonné; ambas ediciones carecen de índices de autores y de materias. Henri Poincaré (1854-1912), matemático y filósofo francés, nació en el seno de una distinguida familia de Nancy; su primo hermano Raymond fue primer ministro y presidente de la Tercera República Francesa. Aunque las primeras aficiones de Poincaré fueron la historia y los clásicos, a los 15 años de edad ya estaba interesado en las matemáticas; sin embargo, cuando se presentó al examen final del bachillerato de ciencias casi lo reprueban porque fracasó en la prueba escrita de matemáticas, que consistía en la suma de los términos de una progresión geométrica, campo en el que años más tarde hizo importantes contribuciones originales. Estudió ingeniería de minas y, por su parte, matemáticas, y en ambas obtuvo la licenciatura con un año de diferencia. En 1879 se doctoró en matemáticas en la Facultad de Ciencias de la Universidad de París, y después de un intervalo de seis meses, en que trabajó como ingeniero de minas, ingresó como profesor de matemáticas en la Universidad de Caen. Su prestigio creció de manera efervescente, sobre todo después de haber conquistado una mención honorífica en el concurso para otorgar el Gran Premio de Matemáticas, convocado por la Academia de Ciencias en 1880, de modo que en 1881 fue llamado como profesor a la Facultad de Ciencias de París, en donde apenas cinco años más tarde fue designado profesor titular de la cátedra de física matemática y cálculo de probabilidades. Este meteórico ascenso académico debido a la calidad de sus contribuciones científicas, le permitió ingresar como miembro a la Academia de Ciencias en 1887, cuando todavía no cumplía 33 años de edad. A partir de entonces y por los siguientes 25 años Poincaré trabajó con una energía y originalidad prodigiosas, publicó más de 1500 artículos científicos y más de 30 monografías, dictó incontables conferencias en Europa, Rusia y América, recibió todos los honores posibles en su tiempo para los matemáticos, fue presidente de numerosos congresos internacionales, en 1906 ocupó la presidencia de la Academia de Ciencias de París y en 1908 ingresó como miembro de la Academia Francesa, en sustitución del poeta Prudhomme. De Gortari nos dice:

En 1900, al celebrarse la Exposición Internacional de París, Poincaré dio muestras de la intensidad de sus actividades. Así, dictó tres conferencias de gran importancia en el lapso de 15 días. La primera sobre la función de la intuición y de la lógica en las matemáticas, en el Segundo Congreso Internacional de Matemáticas, que él presidía. La segunda sobre los principios de la mecánica, en el Primer Congreso Internacional de Filosofía. Y la tercera acerca de las relaciones entre la física experimental y la física matemática, en el Primer Congreso Internacional de Física.



Henri Poincaré (1854-1912).

La vida familiar de Poincaré fue tranquila y feliz. Se casó una sola vez, con una bisnieta del biólogo Geoffroy-Saint-Hillaire, con la que tuvo cuatro hijos. Su familia lo apoyó en su trabajo con gran cariño y eficiencia, lo que no pocas veces fue afortunado, pues a pesar de su prodigiosa y legendaria memoria, era terriblemente distraído. Murió repentinamente, seis días después de una intervención quirúrgica poco importante, a los 58 años de edad.

HENRI POINCARÉ

FILOSOFIA
DE LA
CIENCIA

Prólogo de
Jean Dieudonné

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
MÉXICO

Frontispicio del libro *Filosofía de la ciencia*, de Henri Poincaré, publicado por el CONACYT en 1981.

La contribución de Poincaré a la filosofía de la ciencia pertenece a la tradición positivista de Mach: además, el matemático francés reconoce su deuda con Kant, lo que no es de extrañar, dado su interés en el carácter estrictamente formal de las teorías en la física. Poincaré muestra poca preocupación por los problemas epistemológicos que subyacen la validez y la aceptabilidad de las teorías, aunque dedicó algunas páginas a la psicología del descubrimiento científico, que por cierto se encuentran entre las más citadas (aunque no necesariamente las más leídas) de toda su interesante contribución en este campo. Para Poincaré, el método científico se basa en la existencia de un orden general en el universo que es independiente del hombre y de su conocimiento; esto es lo que distingue a la ciencia de las matemáticas, que simplemente postulan la capacidad de la mente humana para realizar ciertas operaciones. La meta del científico es descubrir y entender todo lo que pueda del orden universal postulado, aceptando que la certeza de su universalidad es inalcanzable; de hecho, el progreso de la ciencia no es otra cosa que la extensión progresiva de los límites del conocimiento del orden universal. El descubrimiento de los hechos depende de la observación y de los experimentos, pero éstos a su vez dependen de la selección realizada por los científicos, quienes no pueden observar y experimentar todo simultáneamente. Existe un criterio de selección, que no es ni de utilidad práctica ni de valor moral, sino simplemente de probabilidad: el hombre de ciencia escoge observar y experimentar aquello que tiene la mayor probabilidad de repetirse, o sean las configuraciones relevantes con el menor número de componentes. Poincaré reconoció que el conocimiento previo o costumbre también contribuye a la calificación de un

fenómeno determinado como simple o complejo, pero a pesar de haber señalado claramente que estos dos distintos conceptos de simplicidad (número mínimo de elementos constitutivos y familiaridad previa) son diferentes, declinó internarse en un estudio más detallado del problema.

Para Poincaré, los objetos eran grupos de sensaciones "unidas por una liga permanente", que es el objetivo o campo de estudio de la ciencia. Nuestros sentidos registran todo lo que existe relacionado en el mundo; la ciencia no nos enseña la verdadera naturaleza de las cosas sino sólo las relaciones que existen entre ellas. El resultado de la investigación científica no es un retrato del contenido de la naturaleza, sino de sus interrelaciones; por ejemplo, lo que nos revela la teoría de la luz no es la esencia de este fenómeno sino la naturaleza y extensión de las relaciones de la luz con otros hechos o procesos, al margen de lo que la luz *es*.

De acuerdo con Poincaré, las matemáticas y la ciencia comparten sus métodos de descubrimiento pero difieren en sus técnicas de confirmación; este punto de vista se sustenta en la comparación de la geometría con la ciencia (también en este caso, como en la mayoría, *la ciencia = la física*). El ámbito de la geometría no es el de la ciencia, en vista de que es perfectamente posible manipular objetos de tal manera que dos de ellos, idénticos a un tercero, no lo sean entre sí. El divorcio entre la exactitud matemática y la realidad llevó a Poincaré a postular que los axiomas geométricos no son ni verdades *a priori* ni hechos experimentales, sino que simplemente son verdades disfrazadas, o mejor aún, *convenciones*. No se trata de postulados arbitrarios, en vista de que se apoyan en observaciones, experimentos y el principio de la no contradicción; de todos modos, no pertenecen a la polaridad verdadero-falso. Se aceptan porque en ciertas circunstancias contribuyen a establecer la configuración verdadera de la realidad. Para la mayor parte de los propósitos, la geometría euclideana es la más conveniente; pero como todos sabemos, no es la única que existe. Además, no es posible ofrecer apoyo experimental ni para la geometría euclideana ni para ninguna de las otras, porque los experimentos sólo se refieren a las relaciones entre los cuerpos y no a las relaciones entre los cuerpos y el espacio, o entre dos o más partes del espacio entre sí. Poincaré sostuvo que las ciencias físicas contienen, además de elementos matemáticos, hipotéticos y experimentales, otros más de tipo convencional, lo que había pasado inadvertido para la mayor parte de los científicos; por ejemplo, el principio de la inercia, según el cual en ausencia de alguna fuerza un cuerpo sólo puede moverse a velocidad constante y en línea recta, no es ni *a priori* ni experimental sino que se ha convertido en una definición y por lo tanto no puede refutarse por medio de experimentos. Las conclusiones científicas son siempre más o menos convencionales, en vista de que siempre hay hipótesis alternativas y lo que el investigador hace es escoger la más

económica, pero como no existe manera de saber si las propiedades cualitativas de la hipótesis seleccionada corresponden a la realidad, no tiene sentido que la considere como "verdadera".

En las ciencias físicas, de acuerdo con Poincaré, hay dos clases de postulados: las leyes, que son resúmenes de resultados experimentales y se verifican de manera aproximada en sistemas relativamente aislados, y los principios, que son proposiciones convencionales de máxima generalidad, rigurosamente ciertas y más allá de toda posible verificación experimental, ya que por razones de conveniencia así se han definido. Por lo tanto, como la ciencia no consiste solamente de principios no es totalmente convencional; se inicia con una conclusión experimental o ley primitiva, que se divide en un principio absoluto o definición, y una ley que puede revisarse y perfeccionarse. El ejemplo que da Poincaré es la proposición empírica: "Las estrellas obedecen la ley de Newton", que se desdobra en la definición, "La gravitación obedece la ley de Newton", y en la ley provisional, "La gravitación es la única fuerza que actúa sobre las estrellas". La gravitación es un concepto ideal inventado, mientras que la ley provisional es empírica y no convencional puesto que predice hechos verificables. Otro ejemplo es la ley de la conservación de la energía, que es completamente convencional porque lo que hace es definir el concepto de energía. La predicción implica generalización, y ésta a su vez requiere idealización. De esta manera Poincaré se opuso a los principios *a priori* postulados por Kant y Whewell, así como a la idea de Mill, de que los axiomas geométricos son proposiciones de carácter empírico.

Uno de los episodios más famosos en la historia de la ciencia, y que los popperianos citan infaliblemente, es el relato de Poincaré sobre sus vanos descubrimientos matemáticos en forma de ideas de aparición súbita y sin conexión con sus actividades o pensamientos del momento, aunque casi siempre habían sido precedidas por un periodo previo de intenso trabajo en el problema, también casi siempre infructuoso. El relato es compatible con la teoría de la retroducción de Peirce, sobre todo porque introduce el concepto de un "ego subliminal" que se encarga de continuar el trabajo hasta que se encuentra la solución al problema y surge con ella a la conciencia. Pero aunque un positivista estricto como Mach hubiera rechazado al "ego subliminal" como un ente metafísico, el convencionalismo de Poincaré se acerca mucho al instrumentalismo y al pragmatismo, que como ya hemos mencionado, están relacionados muy de cerca con el positivismo.

V I . E L P O S I T I V I S M O
L Ó G I C O : W I T T G E N S T E I N ,
C A R N A P Y E L C Í R C U L O
D E V I E N A . R E I C H E N B A C H
Y L A E S C U E L A D E
B E R L Í N

- VI.1. INTRODUCCIÓN
- VI.2. LUDWIG WITTGENSTEIN
- VI.3. RUDOLF CARNAP
- VI.4. HANS REICHENBACH
- VI.5. EPÍLOGO

V I . 1 . I N T R O D U C C I Ó N

LA ESCUELA filosófica cuya contribución al método científico vamos a examinar en este capítulo fue bautizada por Blumberg y Feigl como *positivismo lógico*, aunque también se conoce como *empirismo lógico*, *empirismo científico* o ; el término positivismo lógico también usa, aunque incorrectamente, para referirse a la filosofía analítica o del lenguaje, desarrollada sobre todo en Inglaterra después de la segunda Guerra Mundial. Los prolegómenos de lo que 15 años más tarde se inauguraría como el Círculo de Viena datan de 1907, cuando un físico, Philipp Frank, un matemático, Hans Hahn, y un economista, Otto Neurath, empezaron a reunirse para discutir temas de filosofía de la ciencia. Se consideraban herederos de la tradición empirista vienesa del siglo XIX, íntimamente relacionada con el empirismo inglés, que había culminado con la postura rigurosamente antimetafísica y positivista de Ernst Mach. Sin embargo, no estaban satisfechos con la participación adjudicada por Mach a la física, las matemáticas y la lógica en la ciencia, sino que se inclinaban más en dirección del pensamiento de Poincaré, aunque sin abandonar la doctrina fundamental de Mach, que consideraba a la ciencia como la descripción de la experiencia. Cuando en 1922 Moritz Schlick fue invitado a Viena a desempeñar la cátedra de historia y filosofía de las ciencias inductivas (la misma que había impartido Mach hasta 1901), las reuniones se hicieron cada vez más regulares y el grupo fue aumentando en número y en variedad de miembros.



Otto Neurath (1882-1945).

En 1926 Rudolf Carnap se incorporó a la Universidad de Viena como instructor de filosofía y permaneció ahí por cinco años, asistiendo regularmente a las reuniones, hasta que fue llamado a la Universidad de Praga. Tanto Schlick como Carnap eran físicos, el primero discípulo de Max Planck y el segundo de Gottlob Frege, pero ambos habían derivado sus intereses hacia la filosofía de la ciencia, influidos por las ideas de Mach. No es de extrañar, pues, que en 1928 el grupo se haya constituido formalmente en la "Ernst Mach Verein", o sea la "Sociedad Ernst Mach", definiendo sus objetivos como la propagación y progreso de una visión científica del mundo y la creación de los instrumentos intelectuales del empirismo moderno. En 1929, para conmemorar el regreso de Schlick a Viena, que había pasado una temporada como profesor visitante en EUA, el círculo preparó un escrito en forma de manifiesto, titulado: "La visión científica del mundo: el Círculo de Viena", en donde se define el movimiento filosófico y se identifican sus orígenes en positivistas como Hume y Mach, metodólogos como Poincaré y Einstein, lógicos como Leibniz y Russell, moralistas como Epicuro y Mill, y sociólogos como Feuerbach y Marx. En el apéndice de este manifiesto aparecen los miembros del Círculo de Viena, que entonces eran catorce:

GUSTAV BERGMANN,
filósofo y matemático
RUDOLF CARNAP, físico y
filósofo
HERBERT FEIGL, filósofo
PHILIPP FRANK, físico
KURT GÖDEL, matemático
HANS HAHN, matemático
VIKTOR KRAFT, historiador y
filósofo
KARL MENGER, matemático
MARCEL NATKIN,
matemático
OTTO NEURATH, sociólogo
OLGA HAHN-NEURATH,
matemática
THEODOR RADAKOVIC,
filósofo
MORITZ SCHLICK, físico y
filósofo
FRIEDRICH WAISMANN,
filósofo



Moritz Schlick (1882-1936).

Además, aparecen otros diez personajes identificados como simpatizadores, entre ellos Alfred J. Ayer y Frank P. Ramsey, filósofos ingleses, Hans Reichenbach y Kurt Grelling, de Berlín y otros más. Los tres "principales representantes de la concepción científica del mundo" son identificados como Albert Einstein, Bertrand Russell y Ludwig Wingenstein.

Aunque posteriormente se agregaron al Círculo de Viena otros miembros, como el abogado Félix Kaufmann, los matemáticos Karl Menger y Kurt Reidemeister, y el filósofo Edgar Zilsel, durante su breve existencia el Círculo conservó un tamaño minúsculo, nunca mayor de 20 a 25 miembros. Sin embargo, su impacto internacional fue de gran trascendencia, no sólo en Europa sino en todo el mundo, gracias a su prodigiosa productividad original: de 1928 a 1938 publicó una serie de monografías (atribuidas los primeros seis años a la "Ernst Mach Verein", y editadas por Neurath los últimos cuatro años), en 1930 tomó posesión de la famosa revista *Annalen der Philosophie* y la transformó en *Erkenntnis* ("Conocimiento"), que funcionó como la voz de los miembros del Círculo de Viena y de sus partidarios hasta 1938, cuando se mudó a La Haya y cambió de nombre, a *Journal of Unified Science*, que conservó hasta su interrupción, dos años después. En cambio, el impacto del Círculo de Viena en la filosofía alemana de su tiempo y de la posguerra fue mínimo; con excepción del grupo de Berlín y de Heinrich Scholz, de Münster, la reacción fue de un persistente y ominoso silencio. Aunque la explicación de este interesante fenómeno social y cultural

seguramente es múltiple, creo que es posible identificar por lo menos dos factores que seguramente contribuyeron de manera importante a su génesis: 1) el Círculo de Viena prefirió dejar de lado el movimiento filosófico alemán más original y poderoso de principios del siglo XIX, conocido y aceptado como la *Naturphilosophie*, de hecho, la *Naturphilosophie* era precisamente lo que el positivismo lógico combatía, el obstáculo que debería eliminarse para poder aspirar a un conocimiento real de la naturaleza; 2) casi todos los miembros del Círculo de Viena eran judíos, lo que a partir de los años treinta se transformó, no sólo en Viena sino en otras muchas partes de Europa, en un problema de sobrevivencia. De cualquier manera, en esa década el Círculo se desintegró y dejó de funcionar: en 1931 Carnap se mudó de Viena a Praga y Feigl se fue primero a Iowa y después a Minnesota; Hahn murió en 1934; en 1936 Schlick fue asesinado por un estudiante loco en las escaleras de la Universidad de Viena, y Carnap emigró a EUA, seguido por Feigl, Gödel, Menger, Kaufmann y Ziegel; Neurath y Waismann se refugiaron en Inglaterra. La «Ernst Mach Verein" fue legalmente disuelta en 1938 y a partir de esa fecha la venta de sus publicaciones quedó formalmente prohibida en Alemania.

En los breves años en que funcionó el Círculo de Viena, dos personajes de gran interés para nuestra historia, Ludwig Wittgenstein y Karl Popper, vivieron en esa ciudad y tuvieron relaciones cercanas con algunos de sus miembros, aunque no formaron parte del círculo ni asistieron a sus famosas reuniones de los jueves en la noche. Los amigos de Wittgenstein eran Schlick y Waismann, pero la influencia más profunda la ejerció Wittgenstein en el Círculo de Viena a través de su *Tractatus Logico-Philosophicus*.



V I . 2 . L U D W I G W I T T G E N S T E I N

Uno de los filósofos más importantes de este siglo, pero también uno de los más difíciles de entender, fue Ludwig Wittgenstein (1889-1951) quien nació en Viena, en una familia de amplios recursos; su padre era una figura importante en la industria del hierro y acero del Imperio austro-húngaro. Aunque los Wittgenstein eran de ascendencia judía, el abuelo se convirtió al protestantismo, la madre del filósofo era católica y lo bautizó en esa Iglesia. La familia entera tenía gran afición por la música; todos los hijos (fueron ocho) tocaban algún instrumento, un hermano del filósofo fue pianista y el mismo Ludwig tocaba el clarinete; Johannes Brahms era un amigo cercano de la familia. Wittgenstein fue educado en su casa hasta los 14 años de edad, y por tres años más en una escuela en Linz. A continuación estudió ingeniería en la Escuela Politécnica de Berlín, y dos años después aeronáutica en la Universidad de Manchester, en donde permaneció por tres años. Fue en este periodo en que sus intereses poco a poco se fueron desviando del diseño de una hélice (que es un problema fundamentalmente matemático) a las matemáticas puras, y de ahí a los fundamentos de las matemáticas. Se dice que cuando solicitó literatura en este campo se le recomendó el libro de Bertrand Russell *Los principios de las matemáticas* que había aparecido en 1903 y que de ahí surgió su interés en examinar los trabajos de Frege, su decisión de abandonar sus estudios de ingeniería, y su deseo de ir a Jena a discutir sus planes con el propio Frege. El lógico alemán le aconsejó que fuera a Cambridge y estudiara con Russell, y Wittgenstein siguió su consejo.



Ludwig Wittgenstein (1889-1951).

En Cambridge, Wittgenstein encontró una atmósfera de gran actividad intelectual. En la década que precedió a la primera Guerra Mundial, Russell y Whitehead publicaron su *Principia Mathematica*, mientras que el filósofo más influyente era George E. Moore. Wittgenstein se hizo pronto amigo de Russell, y lo mismo ocurrió con Moore y con Whitehead, así como con Keynes el economista, Hardy el matemático y otros talentos semejantes. Wittgenstein permaneció en Cambridge casi dos años, y a fines de 1913 se fue a vivir a Noruega, en una cabaña que se construyó él mismo, en un sitio completamente aislado. Al estallar la guerra ingresó como voluntario al ejército austriaco y peleó hasta 1918, en que cayó prisionero de los italianos. Durante todo el tiempo que estuvo en el frente siguió trabajando en los problemas de filosofía que lo habían ocupado en Cambridge y en Noruega, y en agosto de 1918 había terminado de escribir su libro *Logisch-philosophische Abhandlung* (mejor conocido por su título en latín, *Tractatus Logico-Philosophicus*, sugerido por Moore), de modo que cuando fue capturado llevaba el manuscrito en su mochila. Gracias a la ayuda de Keynes, logró enviarle una copia a Russell desde el campo de concentración donde estaba prisionero, cerca de Monte Cassino, en el sur de Italia; también le mandó copia a Frege.

Poco menos de un año más tarde, cuando los italianos lo liberaron, Wittgenstein buscó reunirse con Russell para discutir su libro con él, pero como no tenía dinero para viajar hasta Inglaterra, Russell obtuvo recursos para el viaje vendiendo unos muebles que Wittgenstein había dejado en Cambridge. Los muebles no deben haber valido mucho, porque la reunión no se llevó a cabo en Inglaterra sino en Amsterdam. La pobreza de Wittgenstein se debía a que, convencido por sus lecturas de Tolstoi de que no debería poseer ni disfrutar riqueza, se había deshecho de la considerable fortuna que heredó a la muerte de su padre, en 1912. Wittgenstein convenció a Russell de que escribiera un prólogo a su libro, que primero se publicó en alemán (sin la introducción de Russell) en 1921, y al año siguiente en inglés. Como Wittgenstein pensaba que ya había resuelto todos los problemas más importantes de la filosofía (lo dice en el prefacio del *Tractatus*), decidió dedicarse a otra actividad y escogió la de profesor de primaria. En 1919 asistió a una escuela normal vienesa (*Lehrer bildungsanstalt*), y de 1920 a 1926 fue profesor de escuela primaria en varios pueblitos en el sur de Austria. Su siguiente ocupación (que duró pocos meses) fue la de jardinero de un monasterio en Hüteldorf, cerca de Viena. A continuación, pasó dos años trabajando como arquitecto, ingeniero y decorador de una mansión que se construyó en Viena para una de sus hermanas. En esa misma ciudad, en 1928, Wittgenstein escuchó a Brouwer disertar sobre los fundamentos de las

matemáticas, lo que debe haberlo impresionado profundamente, porque a principios de 1929 llegó a Cambridge y se matriculó como estudiante del doctorado en filosofía. Como su estancia previa en esa universidad llenaba los créditos requeridos, y su *Tractatus* (publicado ocho años antes) valía como tesis, Wittgenstein se graduó en junio de 1929. Un año después fue nombrado "Fellow" del Trinity College, y a partir de entonces permaneció en Cambridge hasta su muerte, con excepción de un año que volvió a pasar en su solitaria cabaña noruega (1936-1937). En 1939 Wittgenstein fue nombrado profesor de filosofía de la Universidad de Cambridge, pero poco antes de que ocupara su puesto estalló la segunda Guerra Mundial y Wittgenstein trabajó primero como camillero en el Hospital Guy's de Londres y después como técnico en un laboratorio médico en Newcastle. Al terminar la guerra regresó a Cambridge pero sólo por dos años, ya que en 1947 renunció a seguir siendo profesor, para dedicar todo su tiempo a la investigación filosófica.

De acuerdo con su costumbre, primero se fue a vivir a una granja en Irlanda y después en una cabaña en la costa oeste del mismo país, pero en 1948 ya estaba residiendo en Dublín. Al año siguiente, Wittgenstein viajó a EUA para visitar algunos amigos, pero al regreso de este breve viaje se le diagnosticó un cáncer incurable. A partir de este momento Wittgenstein se quedó en Inglaterra, viviendo por temporadas con amigos en Cambridge y en Oxford. Murió en 1951, en Cambridge; sus últimas palabras fueron: "Diles que he vivido una vida maravillosa", pero el profesor Norman Malcolm, quien lo conoció íntimamente (fue uno de los amigos estadounidenses que Wittgenstein visitó en su último viaje a EUA) dice de esta última frase de Wittgenstein lo siguiente:

Cuando pienso en su profundo pesimismo, en la intensidad de sus sufrimientos mentales y morales, en la forma incansable en que estimuló su intelecto, en su necesidad de amor, junto con la rudeza con que lo rechazó, me inclino a creer que su vida fue forzosamente infeliz. Sin embargo, al final él mismo dijo que había sido "maravillosa". Para mí, este pronunciamiento es una expresión extrañamente emotiva y misteriosa.

El *Tractatus* ha sido muchas cosas diferentes para sus distintos lectores, pero para el Círculo de Viena representó uno de los textos fundamentales. Está escrito en forma de aforismos, numerados de acuerdo con un código especial: cada sección lleva un número (del 1 al 7), los comentarios sobre el primer aforismo se numeran I.1, 1.2, etc., los comentarios sobre los comentarios 1.1.1., 1.1.2., 1.1.3., etc. Cada aforismo es un resumen supercondensado de conjuntos de ideas que Wittgenstein había anotado en sus cuadernos y que había ido integrando y sintetizando a través de varias (a veces muchas) formulaciones, de modo que a pesar de

que el *Tractatus* es un esbelto librito de menos de 80 páginas, su lectura (requiere varias) cuesta muchas, pero muchas más horas de atención concentrada. Para nuestro interés, quizá lo mejor será iniciar un resumen de sus principales contribuciones al método científico con el último y más famoso aforismo del libro: "De lo que no se puede hablar, se debe guardar silencio."

¿Qué quiere decir esta aseveración? Quiere decir que el mundo exterior existe como un grupo de hechos, que a su vez están constituidos cada uno por distintas configuraciones (*Sachverhalten*) cuyos componentes se representan por proposiciones elementales, lógicamente independientes entre sí. Cuando tratamos de describir el mundo en cualquier lenguaje, científico o no, surge la duda de si lo que decimos realmente corresponde a lo que el mundo es, o sea el serio problema de las relaciones entre el lenguaje y las configuraciones de la realidad que intenta describir. Lo que deseamos conocer es la verdadera naturaleza de tal correspondencia, pero estamos condenados a lograrlo de manera indirecta, porque sólo podemos expresarla por medio del lenguaje. Wittgenstein trató de hacerlo lo mejor que pudo por medio de la teoría, del lenguaje, como imagen. Según Von Wright,

Wittgenstein me dijo cómo se le ocurrió la idea del lenguaje como una *imagen* de la realidad. Se encontraba en una trinchera en el frente oriental, leyendo una revista en la que había una representación esquemática de las secuencias de eventos posibles de un accidente automovilístico. La figura desempeñaba el papel de una proposición, o sea, de una descripción de las configuraciones posibles. Poseía tal función gracias a la correspondencia entre las partes de la imagen y las cosas reales. Fue aquí cuando se le ocurrió a Wittgenstein que la analogía podría invertirse y que decir que una *proposición* funciona como una *imagen*, en virtud de la correspondencia entre sus partes y la realidad. La manera como se combinan las partes de la proposición —la *estructura* de la proposición— describe una combinación posible de los elementos en la realidad, una posible configuración.

Buena parte del *Tractatus* se invierte en tratar de expresar la naturaleza de la relación entre el lenguaje y la realidad que describe, pero el libro termina sin haberlo logrado. Lo que Wittgenstein concluye es que tal relación existe pero no es lógicamente expresable; no se puede *decir*, pero si se puede *mostrar*, por medio del lenguaje interpretado como imágenes. Tal esfuerzo se conoce como filosofía, que por lo tanto no es una ciencia, en vista de que no nos dice nada acerca de las configuraciones que constituyen la realidad del mundo exterior. Para Wittgenstein, la filosofía es más bien una actividad, en lugar

de ser un cuerpo de doctrina, y su objetivo es contribuir a aclarar las ideas. Desde luego, toda esta discusión se presenta por medio del lenguaje, lo que requiere definiciones y aclaraciones, otra vez expresadas por medio del lenguaje, y así *ad infinitum*. La conclusión es que en última instancia, lo que Wittgenstein trataba de comunicarnos no podía, *per natura*, hacerlo estrictamente explícito, o sea que el análisis filosófico no tiene sentido, porque lo que tiene que decir es inherentemente inexpresable. Las relaciones entre el mundo real y su descripción por medio del lenguaje no pueden expresarse en ese mismo lenguaje. De ahí que: "De lo que no se puede hablar, se debe guardar silencio."

En su teoría del lenguaje como imagen, las proposiciones poseen una especie de estructura lógica que refleja la propia estructura lógica de la realidad, ya que se supone que tanto el lenguaje como el mundo comparten tal arquitectura. El lenguaje "ilustra" las configuraciones posibles en la naturaleza, y se dice que posee sentido o significado precisamente cuando hay la posibilidad de correlacionarlo con los hechos reales. La confrontación de las proposiciones con la realidad permite establecer si son verdaderas o falsas. Esto es lo más cerca que estuvo Wittgenstein de; "principio de la verificabilidad" que, como veremos en un momento, el Círculo de Viena le atribuyó. En cambio, sobre la posible relación causal entre diferentes configuraciones del mundo exterior, la postura de Wittgenstein era idéntica a la de Hume, ya que negaba cualquier conexión lógica entre ellas:

Es imposible hacer cualquier inferencia a partir de la existencia de una configuración determinada, sobre la existencia de otra configuración completamente distinta.

Ludwig
Wittgenstein

Tractatus
logico-philosophicus

Introducción de Bertrand Russell

Versión española de
Enrique Torres Galán

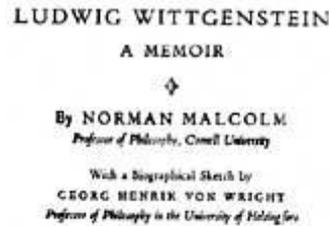
Alianza
Editorial

Frontispicio del libro *Tractatus Logico-Philosophicus*, de Ludwig Wittgenstein, publicado por primera vez en 1921.

No existe conexión lógica alguna entre configuraciones diferentes, por lo que la inducción se reduce a una forma cómoda de proceder, compatible con la experiencia y basada en un principio de sencillez, pero sin validez lógica.

Esta postura tenía consecuencias importantes para la ciencia, en vista de que, en sentido lógico, sus leyes no son tales, sino más bien resúmenes condensados de la experiencia, capaces de describir los fenómenos que subyacen pero totalmente incapaces de explicarlos. Intentar explicar una ley científica por medio de otra ley, y así sucesivamente, es caer en una regresión infinita, por lo que los antiguos filósofos (según Wittgenstein) no estaban tan descaminados al asignarle la explicación última a una entidad final, Dios o el Destino, que no necesita explicación. Pero Wittgenstein fue más allá que Hume, insistiendo en que la ley de la causalidad no era una ley, sino más bien la forma de una ley; en otras palabras, el principio que dice: "Todo evento tiene su causa", no es empírico, no se deriva de la experiencia, no es una descripción de la naturaleza. La razón es que dos episodios del mismo evento que ocurren en momentos distintos siempre difieren entre sí en algo, por lo tanto, siempre deberán convocarse factores causales para explicar tales diferencias. La conclusión es que el principio de causalidad se reduce a una de las reglas que seguimos

para hablar de la realidad; de ninguna manera implica que la naturaleza sea, realmente, *causal*.



Frontispicio del libro *Ludwig Wittgenstein, A memoir*, de Norman Malcom, publicado en 1958.

Wittgenstein ofreció una imagen muy esclarecedora (por lo menos, para mí) de sus ideas sobre el conocimiento científico de la realidad; me refiero a su ejemplo para interpretar la mecánica newtoniana:

Imaginemos una superficie blanca con manchas negras irregulares. Al margen de la imagen de conjunto que adopten, siempre podremos aproximarnos a ella con toda la exactitud que queramos cubriéndola con una malla tan fina como sea necesario y anotando en cada espacio si es blanco o negro. De esta manera habremos impuesto una estructura uniforme en la descripción de la superficie.

Naturalmente, también puede haber mallas de distintas medidas, con agujeros de formas diferentes, lo que correspondería a diversos tipos de descripciones teóricas: desde luego, se podría contemplar la superficie blanca con manchas negras irregulares a través de una malla "causal", lo que seguramente produciría una imagen muy distinta de la obtenida con una malla "acausal". De cualquier

manera, la distribución de las manchas negras sobre la superficie blanca siempre tendrá una influencia determinativa sobre lo que se ve a través de las mallas, igual en importancia al tipo de malla que se utilice. En otras palabras, existen dos componentes esenciales en el conocimiento, el *objetivo*, que es el equivalente a la superficie blanca con las manchas negras, o sea la realidad (o el elemento *a posteriori* kantiano), y el *subjetivo*, que corresponde a la malla, o sea el sujeto que conoce (o el elemento *a priori* kantiano). Es claro que la superficie blanca con manchas negras nunca podrá ser vista en ausencia de alguna malla; la realidad tal cual es (la famosa *Ding an sich* kantiana) nos está vedada. Pero en cambio existe la posibilidad de que podamos aprender más acerca de la naturaleza investigando cuál tipo de malla (o de teoría científica) permite la descripción más simple.

Wittgenstein escribió otras obras, pero aparte del *Tractatus* y de un breve artículo ninguna más se publicó durante su vida. Sus tres libros póstumos (dos de ellos dictados durante sus conferencias como profesor de filosofía en Cambridge, el otro integrado por devotos alumnos a partir de sus desordenadas notas), son de interés menor para nuestro tema, excepto por un aspecto: en su *Philosophical investigations* ("Investigaciones filosóficas"), que tan mal le supo a Russell, Wittgenstein se abre a la sociología de la ciencia. A partir de que las proposiciones lógicas nos parecen válidas por razones "no lógicas" sino más bien por nuestra educación y medio cultural, de que las expresamos en un lenguaje que tiene sus propias reglas, que también se derivan de la práctica cotidiana, que nos ha enseñado que ciertas formas de expresión tienen sentido y otras no lo tienen, debe concluirse que el conocimiento científico reside, en última instancia, en la forma de la sociedad y en sus costumbres, especialmente en relación con el lenguaje. De manera que realmente el científico (y también el no científico) nunca "ve" pasivamente al mundo absorbiendo impresiones que posteriormente interpreta, como creían los empiristas y los positivistas, como Wittgenstein afirmó en su *Tractatus* y como defendieron los positivistas lógicos, sino que la observación es un proceso activo, matizado por las expectativas teóricas, las suposiciones culturales, los atributos del lenguaje, y otros factores más, tanto sociales como individuales; en otras palabras, la observación es un proceso conceptual que influye o determina la percepción. Como veremos en un momento, esto se opone al concepto de la estructura de las teorías científicas que postularon los positivistas lógicos, basados en el *Tractatus* de Wittgenstein.

V I . 3 . R U D O L F C A R N A P

Quizá la figura filosófica más sobresaliente del Círculo de Viena fue Rudolf Carnap (1891-1970), quien nació en Ronsdorf, en el noroeste de Alemania, en el seno de una familia de "humildes tejedores". Después de terminar el *Gymnasium* en Barmen, estudió en las universidades de Freiburg y Jena de 1910 a 1914, especializándose en física, matemáticas y filosofía; uno de sus profesores en Jena fue Gottlob Frege, quien junto con Bertrand Russell y Ludwig Wittgenstein, probablemente ejerció la más poderosa influencia en su desarrollo intelectual. Al declararse la guerra, Carnap interrumpió sus estudios, se enlistó en el ejército alemán y peleó durante cuatro años, hasta el mismo día del armisticio. De regreso en Jena, terminó su carrera y se doctoró en filosofía en 1921 con una tesis titulada "El espacio: una contribución a la teoría de la ciencia", que ya contiene algunos elementos fundamentales de su filosofía, entre otros la tendencia a considerar las controversias filosóficas como debidas a la falta del análisis lógico de los conceptos empleados, así como el compromiso con un empirismo de base, apoyado en los métodos más avanzados de la lógica y las matemáticas. En esos tiempos Carnap también estaba influido por el convencionalismo de Poincaré. De Jena, Carnap viajó a Freiburg con una beca para continuar sus estudios, y ahí permaneció por los siguientes cinco años; durante su estancia en Jena había leído el *Principia Mathematica* de Russell y Whitehead, así como los trabajos ulteriores de Russell sobre la teoría del conocimiento; sin embargo, en Freiburg no pudo encontrar una copia de los *Principia* y como no tenía dinero para comprarse una nueva, le escribió a Russell preguntándole dónde podría conseguir una copia usada de su obra. La respuesta fue una carta de 36 páginas en la que Russell condensó todas las definiciones en que se basan las conclusiones más importantes de su monumental libro. Con este tesoro, Carnap pudo terminar su texto *Elementos de lógica matemática* en 1924, aunque no se publicó hasta 1929.

Dos años más tarde, Carnap aceptó una invitación de la Universidad de Viena para fungir como instructor (*Privatdozent*) de filosofía, posición en la que permaneció por los siguientes cinco años; además de ingresar al Círculo de Viena y de convertirse en uno de sus miembros más asiduos e importantes, en ese lapso Carnap publicó su famoso libro *La construcción lógica del mundo*. De este volumen Ayer dice lo siguiente:

Un trabajo inmensamente ambicioso que refleja, igual que todas las otras obras de Carnap, enorme labor y muy grandes logros teóricos, y que adopta el punto de vista que llamó

solipsismo metodológico. El uso del término "metodológico" fue claramente intencionado: pretendía inhibir las discusiones sobre problemas epistemológicos a los que seguramente daría cabida la elección de una plataforma solipsista.

Todos los que hemos leído el famoso *Aufbau*, de Carnap estaremos de acuerdo en que se trata de un *tour de force* filosófico, la culminación de un programa iniciado por Russell, que partiría de las bases empíricas más simples y que crecería lógicamente hasta alcanzar la descripción definitiva de nuestro conocimiento de la realidad; en otras palabras, la presentación de un programa fielmente empirista, apoyado no sólo en el atomismo lógico de Russell sino en el fenomenismo de Mach. La diferencia principal era que, si bien Mach planteó a las sensaciones y los pensamientos como dados, y su preocupación fue analizarlos en búsqueda de mecanismo por el que las sensaciones generan a los pensamientos, Carnap no supuso que su empresa tuviera mucho que ver con procesos psicológicos. Más bien se trataba de una reconstrucción racional, de la descripción esquemática de un procedimiento imaginario, consistente en pasos específicos, prescritos racionalmente; además, influido por los psicólogos partidarios del movimiento *Gestalt*, que postularon que las experiencias no se registran como la suma de muchas sensaciones individuales sino como paquetes integrados, Carnap propuso que los componentes de las percepciones son experiencias instantáneas totales, en lugar de datos sensoriales aislados. De todos modos, las unidades aceptadas por Carnap para construir la estructura lógica del mundo no fueron las experiencias elementales sino las semejanzas y diferencias que reconocemos entre ellas; es decir, no son los hechos mismos sino las relaciones que percibimos entre ellos las que se encuentran en la base de todo el edificio carnapiano. Naturalmente, las semejanzas pueden reconocerse entre más de dos experiencias elementales, lo que permite identificar "círculos de semejanza" que a su vez pueden coincidir o superponerse en parte, con lo que Carnap introdujo su concepto de la "clase cualitativa", definido como sigue:

Una clase k de experiencias elementales se convierte en una clase cualitativa cuando k está contenida totalmente en cada círculo de semejanza que contiene por lo menos la mitad de ella y *si*, para cada experiencia elemental x que no pertenece a k , existe un círculo de semejanza que contiene a k y al que x no pertenece.

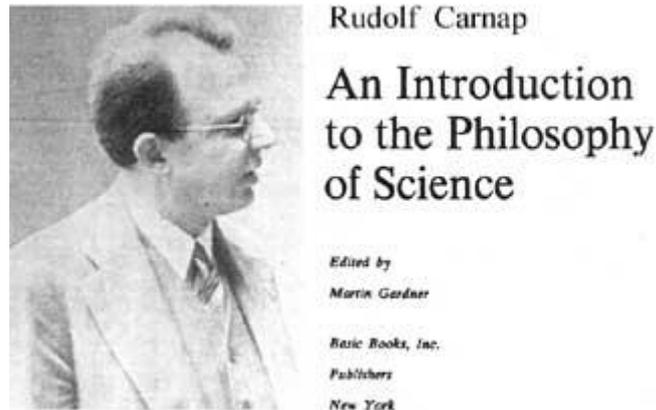
No voy a continuar resumiendo la construcción lógica del mundo según Carnap por varias razones: en primer lugar, Carnap mismo se apartó de sus ideas básicas en escritos posteriores; en segundo lugar, no hay sitio en la teoría carnapiana del conocimiento para la contribución del investigador a la estructura del universo, o sea

que Kant queda excluido y prevalece el concepto de Locke, de la mente humana como *tabula rasa*, con la salvedad de que puede reconocer y recordar semejanzas y diferencias entre experiencias elementales; en tercer lugar, como todo verdadero empirista, Carnap se encuentra muy pronto con el problema de la inducción y no hace nada con él. Según Oldroyd:

Con base en su tremendo esfuerzo junto con su alto grado de ingenio filosófico, el sistema de Carnap ciertamente convoca tanto nuestra atención como nuestra admiración. *La construcción lógica del mundo* fue una verdadera *tour de force*; pero me permito sugerir que, considerada globalmente, no tuvo mucho sentido. El mismo Carnap la identificó abiertamente como un ejemplar de "reconstrucción racional", sin duda interesante como ejercicio intelectual, pero sin relación alguna con la manera como *realmente* pensamos acerca del mundo o de nosotros mismos. Para averiguar esas cosas se requiere la ciencia de la psicología. Además, la empresa de Carnap no tuvo ni atractivo ni aplicación para los investigadores científicos.

En el mismo año en que apareció *La construcción lógica del mundo* (1928), Carnap publicó otro pequeño volumen con el largo pero explícito título de *Seudoproblemas en filosofía: otras mentes y la controversia del realismo*. En este texto Carnap ya se muestra profundamente influenciado por Wittgenstein, en vista de que abandona su postura previamente neutra respecto a la metafísica y se convierte en su principal y más importante enemigo. A partir de esa época, los problemas metafísicos generales, y especialmente la controversia entre idealismo y realismo, se identificaron como seudoproblemas. Las ideas de Carnap prevalecieron en el Círculo de Viena y hasta persuadieron a Schlick (quizá no completamente) de abandonar su persistente realismo. El concepto de seudoproblema filosófico influyó en otros filósofos de la ciencia y nunca estuvo ausente de los escritos ulteriores de Carnap, cuando se interpretan de acuerdo con lo que este autor identificaba como el "principio de la verificabilidad" de Wittgenstein. Como ya señalamos anteriormente, este principio no ocurre como tal en ninguno de los textos del pensador austriaco, pero también es cierto que en ellos no hay nada que se oponga a él. El principio de la verificabilidad establece que el significado de una proposición está dado por las condiciones de su verificación y que tal proposición sólo es cierta cuando es verificable en principio. En términos más generales, la teoría específica que las palabras adquieren significado sólo cuando satisfacen ciertas condiciones empíricas, directas o indirectas; Carnap incluyó además a algunas expresiones lingüísticas y matemáticas, que no poseen contenido objetivo, en vista de que se relacionan con la estructura de los lenguajes en los que se expresan las proposiciones empíricas. Pero todas las otras proposiciones deben descartarse, en vista de que no

tienen significado; esto incluye a la inmensa mayoría o a todas las proposiciones metafísicas, éticas y estéticas. Carnap sugiere que los problemas formulados en estas áreas sólo pueden responderse por medio de proposiciones sin significado, y por lo tanto se trata de seudoproblemas. El concepto de los seudoproblemas fue adoptado por los positivistas lógicos del Círculo de Viena como uno de sus principales arietes en contra de la metafísica.



Frontispicio del libro *An introduction to the philosophy of science*, de Rudolf Carnap (1891-1970, foto), editado por Martin Gardner, que contiene un resumen de muchas de las ideas del filósofo positivista.

Otro aspecto del positivismo lógico de Carnap, que por cierto este autor adoptó de Neurath, fue su postulado de la unidad de todas las ciencias; de acuerdo con este postulado, los protocolos de todas las ciencias (físicas, biológicas y sociológicas) pueden y deben expresarse, en última instancia, en forma de enunciados cuantitativos de puntos definidos de espacio-tiempo. En otras palabras, Carnap surgió como el más articulado defensor de una vieja postura filosófica en la ciencia, el *reduccionismo*, que poseía una antigua tradición (apoyada en todos los opositores de Aristóteles, que no eran pocos), una fuerte presencia en su tiempo (los antivitalistas, que eran legión), y un futuro repleto de éxitos sensacionales, como la biología molecular y la ingeniería genética, que son fluorescentes realidades actuales. Naturalmente el reduccionismo de Carnap se enfrentó a corrientes tanto directamente opuestas como tangencialmente distintas, cuyo contenido, impacto y vigencia no voy a examinar aquí. Lo que sí mencionaré es el hecho histórico de que en 1938 se publicó en Chicago el primer volumen de la *Enciclopedia universal de la*

ciencia unificada, editado por Neurath y con colaboraciones del editor, de Neils Bohr, Rudolf Carnap, John Dewey, Charles W. Morris y Bertrand Russell. En este volumen Carnap contribuyó con un artículo titulado "Logical Foundations of the Unity of Science" (Bases lógicas de la unidad de las ciencias") en donde plantea las tesis principales del empirismo lógico, que han sido admirablemente resumidas por Salmerón en las seis siguientes:

- 1) La lógica de la ciencia prescinde del contexto social (histórico o psicológico) del historiador.
- 2) La distinción entre ciencias empíricas y formales es de contenido, no de concepto.
- 3) Las ciencias empíricas constituyen un todo continuo, que va desde la física hasta la sociología, y que incluye no sólo a los hechos sino a las leyes.
- 4) No hay ciencias empíricas diferentes que tengan fuentes de conocimiento diferentes o usen métodos fundamentalmente distintos, sino divisiones convencionales para propósitos prácticos.
- 5) El progreso de la ciencia es un avance en los niveles de exactitud pero, sobre todo, de reducción.
- 6) Las leyes científicas sirven para hacer predicciones; en esto consiste la función práctica de la ciencia.

Salmerón comenta estas seis tesis como sigue:

El esfuerzo contenido en los seis pasajes numerados no pretendía, por supuesto, la constitución de una disciplina de carácter especulativo que, por encima de las ciencias especiales, legislara sobre la forma en que éstas deberían cumplir su trabajo. Se presentaba solamente como el análisis descriptivo de una estructura lógica, cuyos rasgos unitarios permitían comprender la forma de operar de la investigación científica en su trato con la experiencia y, como consecuencia la organización de las disciplinas y de sus relaciones. Sin embargo, muchas condiciones contribuyeron a frustrar aquel propósito: entre ellas, la limitación impuesta por el modelo elegido como ciencia ejemplar; la postulación de una meta de unidad, que la marcha de la investigación no ha logrado todavía confirmar; y el rechazo de una manera de entender la teoría, en el sentido de contemplación del mundo, que en la tradición filosófica siempre ha implicado la continuidad entre la teoría pura y la práctica vivida.

Carnap introdujo algunas modificaciones a los principios positivistas de la verificabilidad y del reduccionismo, para hacer frente a ciertas críticas de Popper y para acercar más su sistema al verdadero carácter de la práctica de la ciencia. En relación con la verificabilidad, Carnap aceptó la crítica de Popper, de que las hipótesis científicas nunca pueden verificarse completamente por medio de la observación, y la cambió por el principio de la confirmación. De acuerdo con este principio, las hipótesis pueden ser más o menos confirmadas, o desconfirmadas, por los datos observacionales. Pero además, Carnap distinguió entre la confirmabilidad, y la noción más fuerte de "experimentalidad". Una proposición es confirmable si existen registros de observaciones que la confirmen o desconfirmen, y una proposición confirmable es también experimentable cuando podemos definir y realizar a voluntad experimentos que conduzcan a su confirmación. De lo anterior se desprende que una proposición dada puede ser confirmable sin ser experimentable (como cuando sabemos que la observación de un grupo de eventos la confirmaría pero no es posible realizar los experimentos pertinentes), mientras que todas las proposiciones experimentables también son confirmables. Respecto al reduccionismo, Carnap relajó la exigencia de que un símbolo siempre sea equivalente a otros símbolos, a que sólo lo sean en ciertas circunstancias; el resultado es que reconoció dos tipos de proposiciones científicas, unas que llamó definiciones y que si son reducibles, y otras que llamó reducciones y que no lo son. En las definiciones siempre es posible sustituir el nuevo símbolo por medio de otros símbolos equivalentes, mientras que en las reducciones esto ya no es posible; en vista de que muchos términos científicos, según Carnap, son reducibles pero no definibles, no es posible sostener la exigencia de que se logre una traducción de cada proposición científica al mismo lenguaje de la física.

International Encyclopedia of Unified Science

Editor in chief Otto Neurath

Associate Editors Rudolf Carnap Charles W. Morris

Foundations of the Unity of Science

(Volumes I-II of the Encyclopedia)

Committee of Organization

RUDOLF CARNAP

PHILIPP FRANK

JORGEN JOHANNSEN

CHARLES W. MORRIS

OTTO NEURATH

LOTJA ROTGIER

Advisory Committee

NEEL BOHR

EGON BRUNNER

J. CLAY

JOHN DEWEY

FEDERICO ENRIQUER

HERBERT FEIGL

CLARE L. HULL

WALDEMAR KAMPFERT

VICTOR F. LENZEL

JAN LUKASIEWICZ

WILLIAM M. MALINOFF

R. VON MISEN

G. MANQUET

ERBERT NAGEL

ANNE NEW

HANS REICHENBACH

ABRAHAM REY

BERTRAND RUSSELL

L. SCHEIN STERRING

ALFRED TARSKI

EDWARD C. TOLMAN

JOSEPH H. WOODGER

Copyright 1939 by the University of Chicago
All Rights Reserved. Published May 1939
Fourth Impression 1947

El volumen 1 de la *Universal Encyclopedia of Unified Science*, publicado en 1938.

¿Qué fue de todas estas espléndidas teorías y rígidas formulaciones del método científico, en la generación anterior a la nuestra? La pregunta no es esotérica, pero su respuesta debe esperar a la descripción y el análisis de las ideas de Reichenbach y de la Escuela de Berlín.

V I . 4 . H A N S R E I C H E N B A C H

El único grupo importante de filósofos alemanes que adoptó ideas paralelas a las promovidas por el Círculo de Viena fue el de Berlín, que aunque pequeño contaba entre sus miembros a Otto von Mises, Carl G. Hempel y Hans Reichenbach (1891-1953). Este último nació en Hamburgo, en el seno de una influyente familia judía; después de estudiar ingeniería en la *Technische Hochschule* de Stuttgart, continuó estudiando matemáticas, física y filosofía en las universidades de Berlín, Gotinga y Munich, hasta que en 1915 obtuvo el doctorado en filosofía en la Universidad de Erlangen. Inmediatamente después ingresó al ejército alemán y combatió durante toda la primera Guerra Mundial. De 1920 a 1926 fue profesor en su propia escuela en Stuttgart, de donde (con el apoyo de Einstein) pasó a ser profesor de filosofía de la física en la Universidad de Berlín, en donde permaneció hasta 1933, cuando fue despedido por los nazis. Fue en este breve lapso de siete años en que Reichenbach se identificó con el Círculo de Viena (pero no totalmente, como veremos en un momento), publicó algunas de sus obras más importantes, editó (junto con Carnap) la revista *Erkenntnis*, ganó prestigio internacional, e inició la formación de un grupo pequeño de filósofos de la ciencia que, junto con él, empezaron a conocerse como la Escuela de Berlín. Esta escuela era un verdadero islote dentro del movimiento filosófico alemán del primer tercio de este siglo, que con la sola excepción del grupo todavía más pequeño de la Universidad de Münster, se encontraba totalmente dominado por la metafísica más estridente y desenfrenada, todavía con influencias claramente reconocibles de la *Naturphilosophie* de 100 años antes. Después de ser despedido de su cátedra en la Universidad de Berlín por el delito de ser judío, Reichenbach emigró de Alemania y de 1933 a 1938 fue profesor en la Universidad de Estambul, y de 1938 a 1953, en la Universidad de California.

Como Carnap, Reichenbach hizo contribuciones fundamentales en temas tan diferentes como probabilidad, inducción, espacio, tiempo, geometría, relatividad, leyes científicas, mecánica cuántica y otras más; sin embargo, aquí sólo señalaremos, en forma resumida, sus ideas más relevantes al método científico. Desde que Laplace, a principios del siglo XIX, propuso que como el universo es una entidad totalmente determinista, si conociéramos en un momento dado todas las leyes de la mecánica y todas las configuraciones y movimientos de la materia en todo el universo, podríamos predecir con exactitud toda la historia futura de la humanidad, muchos físicos y filósofos aceptaron el determinismo físico como filosofía. Naturalmente, el riguroso determinismo

laplaciano se vio minado por los avances en la termodinámica del mismo siglo XIX y por la mecánica cuántica del siglo XX y desde sus orígenes fue rechazado violentamente por los que creen en la libertad de la decisión humana. De todos modos, aunque se rechazó al nivel microscópico, el determinismo físico siguió siendo aceptable al nivel microscópico. Desde luego, Laplace sabía muy bien que no podemos predecir el futuro con certeza, y que lo más a que podemos aspirar es a plantear probabilidades, pero el sabio francés atribuía tal situación a las imperfecciones humanas y no al carácter esencialmente probabilístico de la naturaleza; esto es lo que se conoce como la "teoría subjetiva" de la probabilidad. Reichenbach la rechazó, argumentando que la esencia misma del conocimiento es su incertidumbre, en vista de que las predicciones físicas nunca son (ni pueden ser) exactas, ya que es imposible incorporar todos los factores relevantes en los cálculos. No se trata de una limitación de las capacidades intelectuales de los científicos, sino más bien de la manera como el universo se relaciona con nuestras observaciones. Tampoco es el caso que los eventos se den en condiciones exactas y estrictamente determinadas, que nosotros sólo podemos conocer de manera aproximada. Lo que ocurre es que nos enfrentamos a secuencias de eventos que se desenvuelven dentro de ciertos rangos de probabilidad; tales secuencias son, de acuerdo con Reichenbach, los fenómenos empíricos que estudian los científicos. Éste fue el punto de partida de Reichenbach para su examen del problema de la inducción, que enfocó desde un punto de vista probabilístico.



Hans Reichenbach (1891-1953).

Reichenbach consideraba a la epistemología no como una materia descriptiva sino como un ejercicio crítico y prescriptivo. Su

función más importante era generar una reconstrucción racional de la manera de pensar de un científico "ideal", que siempre debería compararse con la de los científicos reales. El objetivo de tal comparación sería la eliminación de todas aquellas formas de pensamiento que no cumplieran con los dos criterios mínimos de aceptabilidad racional: conformación compatible con el resto de la estructura previamente aceptada como esencial, y un cierto valor de "consejo", o sea de contribución distinta y original a la mencionada estructura. Los intereses de Reichenbach en la reconstrucción racional de la filosofía de la ciencia eran afines a los de sus amigos, los positivistas lógicos en Viena, pero él los mantuvo separados por medio de su insistencia probabilística.

Para Reichenbach una proposición tiene significado sólo si es posible determinarle un grado definido de probabilidad; además, dos proposiciones poseen el mismo significado si se demuestra que tienen el mismo grado de probabilidad. Las experiencias previas proporcionan base a las expectativas de eventos futuros, en vista de que nos permiten estimar la probabilidad de su ocurrencia. Tales eventos se consideran como miembros de clases y deben ser más o menos repetibles, aun cuando se trate de acontecimientos únicos, como cuando un médico señala que un enfermo probablemente falleció de cáncer, basado en su experiencia de otros casos semejantes. De esa manera, además de la inducción, Reichenbach introdujo un elemento de pragmatismo en su filosofía positivista, ya que el significado se juzga en función de los procedimientos o el comportamiento que resulta en acciones prácticas. Un elemento central en la epistemología de Reichenbach es el "postulado", o sea una proposición que se trata como si fuera cierta, por lo menos temporalmente, aunque no se sabe que lo sea; normalmente se postulan los eventos que poseen la máxima probabilidad, o sea que se apuesta a que lo más probable es lo que ocurrirá. Ésta es la forma racional de actuar y es la que casi siempre usamos, porque es la más práctica. La meta de la inducción consiste en encontrar una serie de eventos cuya frecuencia converge hacia un límite, para lo que se hace un "postulado ciego", o sea se hace la mejor predicción posible basada en experiencias previas, con la idea de que sólo por medio de observaciones repetidas podrá saberse qué tan buena fue la predicción. Si los datos confirman el "postulado ciego" y convergen hacia el límite predicho, sabremos que fue correcto; en otras palabras, si el límite existe, éste es el procedimiento para encontrarlo. A partir del límite ya es posible asignarle un valor de probabilidad al "postulado ciego", que por lo tanto deja de serlo para transformarse en una proposición con significado.

HANS REICHENBACH

THE RISE OF
SCIENTIFIC
PHILOSOPHY

UNIVERSITY OF CALIFORNIA PRESS
BERKELEY AND LOS ANGELES - 1954

Frontispicio del libro *The Rise of Scientific Philosophy*, de Hans Reichenbach, publicado en 1954.

Esta forma de concebir a la inducción no es de carácter histórico; Reichenbach no pretendía que así es como se procede al hacer ciencia, sino que simplemente intentaba hacer una reconstrucción racional del conocimiento científico, una especie de apologética de la ciencia. Por ello es que insistió en distinguir entre el "contexto del descubrimiento" y el "contexto de la justificación", señalando que aunque el primero de ellos pudiera ser irracional, el segundo habitualmente coincide con la forma como los científicos presentan sus resultados al público, o sea con una estructura compacta y coherente, de la que ha desaparecido toda incongruencia y arbitrariedad. No debe confundirse la distinción de estos dos contextos con la postura inductivo-deductiva o con la hipotético-deductiva, en vista de que el contexto de justificación no es de carácter deductivo sino que se trata de una reconstrucción del argumento que lo transforma en coherente y lo libera de lo que fueron adivinanzas o apuestas especulativas, o sea que procede de manera esencialmente inductiva. Es en realidad la justificación pragmática del inductivismo científico.

V I . 5 . E P Í L O G O

Con la desbandada del Círculo de Viena a partir de 1933, la influencia del positivismo lógico empezó a disminuir en el mundo filosófico. Desde luego en Alemania, donde nunca tuvo particular arraigo, su exclusión de la vida académica fue completa y hasta después de la segunda Guerra Mundial se mantuvo ausente; la filosofía de Heidegger y sus seguidores es prácticamente todo lo que los positivistas lógicos combatieron. En otros países con mayor simpatía empirista, como Inglaterra, Australia, EUA y otros, es difícil separar la influencia directa de los positivistas lógicos de la de otros filósofos cercanos, como Russell y los analistas del lenguaje, o bien de los lógicos polacos, como Tarski. De hecho, en la *Enciclopedia de la filosofía*, en la sección dedicada al positivismo lógico, Passmore dice lo siguiente:

El positivismo lógico, considerado como la doctrina de una secta, se ha desintegrado. De varias maneras ha sido absorbido por el movimiento internacional del empirismo contemporáneo, dentro del cual todavía se pelean las diferencias que los separaban... El positivismo lógico, por lo tanto, está muerto, o tan muerto como puede llegar a estar un movimiento filosófico.

De manera un poco menos tajante, y con cierta nostalgia personal, el filósofo inglés Alfred J. Ayer, quien perteneció al Círculo de Viena y asistió a sus reuniones en 1930-1931, termina su examen de ese grupo y de, sus ideas de la manera siguiente:

La filosofía progresa, a su manera, y pocas de las tesis principales del Círculo de Viena sobreviven intactas. Metafísica ya no es un término de oprobio y se ha reconocido que al menos algunos metafísicos llegaron a sus increíbles conclusiones tratando de resolver problemas conceptuales muy difíciles. El tratamiento pragmático de las teorías científicas se favorece menos que el realismo científico. Tanto la distinción analítico-sintética como el concepto mismo de los datos sensoriales se han cuestionado, y aún entre los que todavía creen que los datos sensoriales o algo similar sirven para algún propósito útil hay pocos (si es que hay alguien) que creen que cada proposición empírica puede reformularse en sus términos. Por otro lado, todavía existe considerable apoyo para la conexión entre el significado y la posibilidad de verificación, y más aún para la conexión del significado con las condiciones de la verdad. Finalmente, pienso que puede decirse que el espíritu del positivismo vienés sobrevive: en el reacomodo de la

filosofía con la ciencia, en sus técnicas lógicas, en su insistencia en la claridad, en su rechazo de lo que yo puedo describir mejor como una excrecencia repulsiva de la filosofía, le dio una nueva dirección a la materia que no parece posible que se pierda.



V I I . L A S I D E A S
C O N T E M P O R Á N E A S (I) :
B R I D G M A N ,
R O S E N B L U E T H Y E L
O P E R A C I O N I S M O ;
E D D I N G T O N Y E L
S U B J E T I V I S M O
S E L E C T I V O ; P O P P E R Y
E L F A L S A C I O N I S M O

- VII.1. INTRODUCCIÓN
- VII.2. PERCY W. BRIDGMAN
- VII.3. ARTURO ROSENBLUETH
- VII.4. ARTHUR S. EDDINGTON
- VII.5. KARL R. POPPER

V I I . 1 . I N T R O D U C C I Ó N

EN ÉSTE y el siguiente capítulo voy a revisar brevemente algunas ideas contemporáneas sobre el método científico. He seleccionado aquellas con las que estoy más familiarizado y que me parece han tenido mayor impacto tanto entre filósofos como entre científicos. Es obvio que mi objetivo no ha sido ni presentar un cuadro completo de la filosofía de la ciencia contemporánea, ni tampoco una muestra representativa de las principales escuelas que actualmente compiten por el consenso general. Mi interés ha sido simplemente ilustrar, por medio de unos cuantos ejemplos entresacados de mis aficiones y lecturas en el campo, la riqueza en la variedad de enfoques y de ideas que caracteriza a un solo aspecto de la filosofía de la ciencia actual, que es el método científico. Hasta aquí hemos podido usar cómodamente en nuestro discurso las distintas variedades del tiempo pasado; de ahora en adelante, casi todo tendrá que decirse en tiempo presente, en vista de que los conceptos que estaremos examinando han sido tomados no del panteón de las ideas sino del mundo en que vivimos. De hecho, cuando leí por primera vez los libros de los autores que vamos a discutir en este capítulo, Bridgman, Rosenblueth, Eddington y Popper, los cuatro estaban vivos; esto fue hace muchos años, pero deseo registrar el hecho de que todavía hoy (1988) uno de ellos sigue vivo y mi deseo es que siga viviendo por muchos años más.

Conviene hacer notar que de los siete pensadores contemporáneos, cuyas ideas sobre el método científico nos ocuparán en éste y en el siguiente capítulo, seis iniciaron sus respectivas carreras como físicos y matemáticos, y que la gran mayoría de sus referencias y ejemplos son a las llamadas ciencias "exactas", o sean la física, las matemáticas y la astronomía. Esto no debe extrañarnos, porque a lo largo de estas páginas hemos visto iniciarse y reafirmarse la tradición de que los científicos que se ocupan de la filosofía de la ciencia sean los que practican las ciencias "exactas". Pero para los que estamos interesados en las ciencias de la vida, y que hemos contemplado en nuestro tiempo la fantástica revolución biológica, iniciada desde el siglo pasado por Charles Darwin, pero acelerada en forma casi increíble a partir de 1950 con el desarrollo de la biología celular, de la biología molecular y de la ingeniería genética, cualquier filosofía de la ciencia que excluya o considere de importancia secundaria a este sector del conocimiento científico nos resulta inaceptable. En el último capítulo de este libro insisto en que las disciplinas científicas se han movido más aprisa y con mayor versatilidad que la filosofía de la ciencia, y que hoy reclaman su inclusión en ella, con todo derecho, no sólo las ciencias biológicas sino también las ciencias económicas, políticas

y sociales. Pero no conviene adelantar demasiado de lo que le espera al amable lector en lo que falta de este texto. Mejor revisemos el operacionismo de Bridgman y de Rosenblueth, el subjetivismo selectivo de Eddington, y el falsacionismo de Popper y su escuela.



V I I . 2 . P E R C Y W . B R I D G M A N

El operacionismo es un programa que aspira a relacionar a todos los conceptos científicos válidos con procedimientos experimentales, deparando de esa manera a la ciencia de la terminología no definible operacionalmente, que por lo tanto no posee significado empírico. El operacionismo propone que los investigadores científicos adoptaron sus principios y funcionaron de acuerdo con ellos mucho antes de que se promulgaran; por lo tanto, no se trata de una teoría erigida sobre consideraciones filosóficas independientes, sino basada en lo que los hombres de ciencia realmente hacen. Su principal proponente fue Percy W. Bridgman (1882-1961), el profesor "Hollis" de matemáticas y filosofía natural de la Universidad de Harvard, en Boston, quien en 1946 ganó el premio Nobel por sus investigaciones sobre las propiedades de la materia sometida a muy altas presiones. Como Bridgman era un verdadero investigador científico, los que influyeron en sus ideas fueron otros científicos y filósofos, como Mach, Poincaré, y sobre todo Einstein; de hecho, Bridgman señaló que él solamente estaba haciendo explícito lo que ya estaba implícito en los trabajos de los sabios mencionados. Pero la verdad es que estaba haciendo mucho más que eso; Bridgman estaba desarrollando un nuevo sistema filosófico y metodológico, íntimamente relacionado con el empirismo, el positivismo lógico y el pragmatismo, aunque con ciertas facetas novedosas que permiten distinguirlo como una filosofía diferente. Bridgman escribió varios libros importantes, pero los tres que estaremos comentando son: *Lógica de la física moderna* (1927), *Naturaleza de la teoría física* (1936), y *La manera como son las cosas* (1959), así como algunos de sus artículos filosóficos en revistas especializadas.



Percy W. Bridgman (1882-1961).

Según Bridgman, el científico debe ser un empirista puro, para quien lo único que posee existencia real son los hechos, ante los que debe adoptar una actitud de "humildad casi religiosa". Su rechazo de los principios kantianos *a priori*, que preceden y delimitan la experiencia, es absoluto y definitivo; además, la naturaleza no puede incluirse completa en, o agotarse por, ninguno de los esquemas contendientes actuales (como el racionalismo, el relativismo o el idealismo absoluto). Una forma de aproximarse al operacionismo es examinando la manera como los físicos atacaron el problema de la longitud, una vez que descubrieron, en el siglo XIX, que la geometría de Euclides no era la única lógicamente posible. La pregunta más candente en ese momento era si las líneas y las imágenes proyectadas en el espacio físico obedecían (o no) los teoremas de Euclides; para fines del mismo siglo la postura más aceptada generalmente era que si no podemos diseñar operaciones que nos revelen si el espacio es o no euclidiano, no le podemos asignar ninguna propiedad geométrica. El problema de fondo es que para determinar la geometría de los cuerpos físicos se requiere poder comparar distancias, y para eso es necesario contar con una regla que no cambie de longitud cuando se lleve de un lado a otro para medir distancias; naturalmente, para comprobar que la regla no altera su longitud se necesita otro estándar de referencia, pero hay acuerdo general en que tal estándar no existe. Por lo tanto, lo único que existen son las reglas, lo que hace imposible saber si las distancias son iguales o diferentes entre sí, lo que a su vez imposibilita conocer la naturaleza geométrica del espacio. Desde un punto de vista operacional, el espacio no tiene medidas intrínsecas, por lo que resulta arbitrario decidir que obedece a este o aquel grupo de axiomas geométricos.

THE NATURE OF PHYSICAL THEORY

BY
P. W. BRIDGMAN
*Hollis Professor of Mathematics and Natural Philosophy
Harvard University*

PUBLISHED ON
THE LOUIS CLARK VAMBERG FOUNDATION

DOVER PUBLICATIONS
NEW YORK

Fronstispicio del libro *The Nature of Physical Theory*, de Percy W. Bridgman, publicado en 1916.

Aunque aparentemente la idea de que las entidades físicas los procesos y las propiedades no poseen una existencia independiente de las operaciones que nos sirven para establecer su presencia o ausencia, o sea el operacionismo, ya desempeñaba un papel central en el pensamiento de los científicos desde antes de 1920, no fue sino hasta 1927, cuando Bridgman publicó su famoso libro *La lógica de la física moderna*, que se transformó en un programa explícito y en una postura filosófica definida dentro de la ciencia. Sin embargo, el operacionismo inicial, el que postula que todo concepto científicamente significativo debe ser sujeto de definición completa por medio de operaciones físicas, y que un concepto científico no es otra cosa que el grupo de operaciones requeridas para definirlo (o sea, el operacionismo *radical*), fue rápidamente criticado por L. J. Russell, en 1928, y por Lindsay, en 1937. El primero de estos dos críticos señaló que en la práctica de la ciencia frecuentemente se habla de que unas operaciones son mejores que otras, lo que no podría hacerse a menos de que existiera algún criterio o hecho independiente de las operaciones, que sirve para calificarlas; además, Russell comentó que muchos conceptos físicos útiles no se prestan a definiciones exhaustivas, y que sus conexiones con operaciones instrumentales son más bien indirectas y poco estrictas. En cambio, Lindsay escribió que si el operacionismo se tomara en serio resultaría radicalmente opuesto a lo que todo el mundo puede ver que los físicos realmente están haciendo, que es trabajar con conceptos indefinibles

operacionalmente, como los números o las "funciones de onda" que aparecen en la mecánica cuántica; en su opinión, cuando se acepta el criterio operacionista automáticamente se elimina a toda la física teórica. Bridgman aceptó éstas y otras objeciones y suavizó su postura, introduciendo lo que llamó "operaciones de papel y lápiz", o sea maniobras lógicas y matemáticas por medio de las cuales un concepto científico aceptable puede "establecer conexiones indirectas con operaciones instrumentales". Además, Bridgman admitió que las "operaciones verbales" desempeñan un papel importante en la ciencia; en sus propias palabras:

En el mundo del "papel y lápiz" es posible la libre invención, divorciada de cualquier contacto con el universo instrumental del laboratorio... Las "operaciones verbales" y las "de papel y lápiz" poseen enorme latitud. Sin embargo, pienso que los físicos están de acuerdo en imponer una restricción a la libertad de tales operaciones: que en última instancia logren aunque sea indirectamente, conectarse con operaciones instrumentales.

Naturalmente, Bridgman reconoció la existencia de muchas otras esferas "puramente verbales" del pensamiento y de la actividad humana, como la política, la religión o la metafísica, que por su naturaleza no poseen ni pueden establecer conexiones con el mundo de la experiencia empírica. Tales esferas son de gran importancia para el hombre, pero se encuentran fuera del campo de la ciencia.

A pesar de que mi intención en este texto sobre el método científico no ha sido crítica sino descriptiva, creo que para redondear el resumen de las principales conclusiones del operacionismo conviene mencionar algunos de sus problemas filosóficos. El primero es si es conveniente, o hasta posible, identificar conceptos con operaciones en una relación de igualdad; en principio resultaría en una distorsión, entre grave y grotesca, de lo que generalmente se entiende por concepto, científico o de cualquier otro tipo. El segundo problema es que muchos conceptos pueden definirse por medio de operaciones totalmente distintas; por ejemplo, el tiempo puede medirse por medio del pulso, del reloj mecánico, de las estrellas, del reloj atómico, del reloj acuático, etc., y según el operacionismo, con cada procedimiento diferente tendría que asociarse un concepto distinto del tiempo, lo que no refleja para nada lo que ocurre en la realidad. Un tercer problema es que el operacionismo supone que la realidad y su conocimiento son la misma cosa, lo que podemos identificar como la tesis central del fenomenismo a ultranza; esta posición puede ser atractiva para los positivistas, en vista de que sugiere la identidad de la ciencia con el trabajo científico, o a la inteligencia con los resultados de las pruebas usadas para medirla. Sin embargo, de acuerdo con Oldroyd: "Ésta es una flagrante violación del uso del

lenguaje. Equivale a confundir un pastel con la receta para hacer un pastel."

Es obvio que el operacionismo de Bridgman está íntimamente ligado con el empirismo, el positivismo lógico y el pragmatismo, que a su vez también son expresiones ligeramente distintas de la misma tendencia central: el rechazo de la metafísica y la insistencia en construir el edificio de la ciencia sobre las bases más apegadas a la realidad, entre otras razones porque, en última instancia, ésta es la actitud más práctica o útil. En relación con el pragmatismo, Bridgman señaló que "lo que se quiere decir por un concepto se revela más por lo que se hace con él, que por lo que se dice acerca de él".

Rosenblueth señaló específicamente que, en última instancia, existe una relación muy cercana, entre Wittgenstein y Bridgman. Comentando el interés antiguo en el problema de las relaciones entre el lenguaje y los fenómenos naturales, a la luz del desarrollo de la lógica simbólica o matemática, junto con la revolución en la física introducida por la teoría de la relatividad de Einstein y la teoría cuántica, en las primeras décadas de este siglo, Rosenblueth dice:

No es extraordinario entonces que, partiendo de bases e intereses distintos, un grupo de filósofos y legistas (encabezados por Wittgenstein) y un experimentador (Bridgman), hayan llegado independientemente a conclusiones semánticas que tienen mucho en común.



V I I . 3 . A R T U R O R O S E N B L U E T H

Estoy seguro de que si hoy estuviera vivo, Rosenblueth no aceptaría ser clasificado como operacionista. y que con su habitual estilo apasionado y categórico procedería a demostrarle su equivocación al temerario clasificador. También estoy seguro de que al clasificador le convendría hacer dos cosas: en primer lugar, escuchar con gran cuidado la argumentación de Rosenblueth, porque aprendería mucho, no sólo de filosofía de la ciencia sino también de dialéctica y de muchas otras cosas más; en segundo lugar, no abrir la boca, porque no le serviría para nada. Pero igualmente estoy seguro de que Rosenblueth también rechazaría, con la misma vehemencia, cualquier otra afiliación que se le atribuyera en el campo de la filosofía de la ciencia, no porque fuera un polemista perverso sino porque, como buen científico, era un individualista congénito e inveterado; en otras palabras, la única escuela a la que Rosenblueth aceptaría pertenecer sería a la de Rosenblueth, siempre y cuando tal afiliación no se considerara ni total ni permanente, sino sujeta a cambios y a terminación repentina.



Arturo Rosenblueth (1900-1970).

Arturo Rosenblueth (1900-1970) nació en Ciudad Guerrero, Chihuahua, en el seno de una familia de clase media con gran amor por la cultura (un hermano suyo fue un pintor muy respetable, un sobrino suyo es uno de los ingenieros académicos más prestigiados de país, y otros miembros más de su familia

también brillaron y todavía brillan en nuestra sociedad por méritos intelectuales propios). Rosenblueth inició en México sus estudios, primero de música y después de medicina, aunque su interés en la filosofía de la ciencia se manifestó precozmente. En sus propias palabras, tomadas del prólogo de su libro *Mente y cerebro. Una filosofía de la ciencia*, publicado en 1970, el año de su muerte:

Mi interés en algunos de los problemas que analizo en esta monografía empezó en 1915, cuando, siendo estudiante de preparatoria, leí algunos de los libros que Poincaré dedicó al método científico. En realidad, estas lecturas fueron uno de los factores que me condujeron posteriormente a seleccionar la investigación científica como meta primordial de mis actividades profesionales.

Rosenblueth no terminó sus estudios en México sino que viajó a París, en donde estuvo varios años (en la Ciudad Luz se graduó de médico y se especializó en neurología y psiquiatría); después regresó a México por un breve periodo (en el cual ejerció la medicina como neurólogo y psiquiatra y siguió estudiando música y filosofía), y en 1930 ya se encontraba en Boston, en la Universidad de Harvard, donde cambió su especialidad médica científica por la de fisiólogo; siguió estudiando música, adquirió y desarrolló un interés serio y profesional en la física y las matemáticas, y continuó trabajando en filosofía de la ciencia. En 1943, en la cúspide de su brillante carrera académica como fisiólogo en EUA (fue el discípulo más distinguido del famoso Walter B. Cannon, profesor de fisiología en la Escuela de Medicina de Harvard, Rosenblueth regresó a México, gracias a la invitación que le hizo el doctor Ignacio Chávez, para dirigir el Departamento de Fisiología del flarnante Instituto Nacional de Cardiología, que se inauguró el año siguiente. Al cabo de 18 años de vivir otra vez en nuestro país, dedicado a la fisiología experimental, a la filosofía de la ciencia y a la música, Rosenblueth se alejó del Instituto Nacional de Cardiología en 1960 para planear, fundar y dirigir, durante sus primeros diez años, el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), en México. Para el desarrollo de la ciencia en nuestro país, la fundación del CINVESTAV fue un salto cuántico: por primera vez en toda la historia registrada de México se daba reconocimiento y apoyo oficial a la ciencia *per se* (lo que los políticos, administradores y periodistas han dado en llamar ciencia "básica" o "pura"), como una actividad importante para la nación. No importó que las razones aducidas por los demagogos y los comunicólogos para promover a la ciencia hayan sido puramente utilitaristas; de los ignorantes no pueden esperarse juicios iluminados. Lo que importa en este contexto es que el prestigio y la personalidad de Rosenblueth en ese momento histórico, junto con el apoyo incondicional de sus amigos influyentes en el gobierno, permitieron que se diera el milagro (o

portento, para los no creyentes) de que un país del Tercer Mundo actuara, en relación con la ciencia, como si fuera del primero.

El concepto del método científico adoptado por Rosenblueth era esencialmente operacionista. En sus propias palabras:

*el
método
científico*

Arturo Rosenblueth

CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS
DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL / MÉXICO

Fronstispicio del libro *El método científico*, de Arturo Rosenblueth, publicado en 1971.

La construcción de modelos de los fenómenos naturales es una de las tareas de la labor científica. Más aún, podemos decir que toda la ciencia no es sino la elaboración de un modelo de la naturaleza.

El resultado de la labor científica, según Rosenblueth, es el conocimiento de alguna parte del universo. Sin embargo, este conocimiento no es directo, en vista de que los distintos objetos y fenómenos que constituyen el universo son demasiado complejos para poder entenderlos en su totalidad. Por ello, el investigador selecciona un grupo limitado de variables para su estudio, pero al hacer tal selección, lo que el científico realmente está haciendo es establecer un modelo simplificado del segmento del Universo que le interesa. Pongamos un ejemplo que le hubiera complacido a Rosenblueth: deseo conocer los mecanismos que regulan la cantidad de agua que existe normalmente en el interior de una célula viva. Desde luego, el número de variables conocidas que participan, de una u otra manera, en la regulación de ese parámetro

fisiológico específico, es inmenso. Para mostrar de manera objetiva lo que quiero decir, he preparado esta breve lista de variables relevantes al fenómeno mencionado; confieso que limité el número en función de la economía del papel, pero podría haberlo hecho varias veces más grande. Este punto es fundamental para el concepto de Rosenblueth del método científico, por lo que conviene insistir en él.

CUADRO 1. Algunos factores que determinan la cantidad de agua intracelular

<i>Generales</i>	Na ⁺
Temperatura	K ⁻
Tensión parcial de O ₂	Ca ²⁺
Humedad ambiental	Proteínas
Equilibrio hormonal	DNA
Nutrición	Enzimas
Edad Sexo	Estructura
Tiempo	RER
Estado funcional	Biosíntesis
Nivel de perfusión	Glicosilación
Volúmen	RES
Presión	Oxidación mixta
Composición	Lípidos
	Complejo de Golgi
<i>Celulares</i>	Glicosilación
Tipo	Empaque
Vida media	Secreción
Preparación	Lisosomas
Membrana plasmática	Hidrólisis
Fluidez	Citosol
Poros	Osmolaridad
Difusión	Metabolismo
Ionoforos	Núcleo
Receptores	Receptores
Bomba de Na ⁺	Metabolismo
Bomba de K ⁻	Biosíntesis
Bomba de Cl ⁻	"Splicing"
Otras bombas	Ciclo celular
ATPasa de Na ⁺ y K ⁻	

Patología	<i>Medio ambiente</i>
MAC	Ionicidad
Drogas	Molaridad
Parásitos	pH
Hiperlipemia	Temperatura
Genética	Hormonas
Neoplástica	Péptidos
Mitocondrias	Otras sustancias
Respiración	
Fosforilación	<i>Relaciones</i>
Iones	Gradientes
Electroquímico	Osmótico
Genético	Yatrogenia
Intracelular	Genética
Ambiental	Otras
Enzimático	
Estado funcional	<i>Nueva patología</i>
Estimulado	Esqueleto celular
"Normal"	Necrosis
Inhibido	Hialino alcohólico
Patología	"Balloning"
Edad	Eosinofilia
Sexo	Inclusiones
Toxinas	Virus

El hombre de ciencia, de acuerdo con Rosenblueth, no está capacitado para manejar con soltura y elegancia algo tan complicado como la vida real; sus métodos todavía son demasiado crudos para intentar el análisis de fenómenos tan finos y complejos como los que ocurren en la realidad más simple. Ante tal nudo gordiano, el científico (recordando el éxito legendario de Alejandro Magno) ha blandido la espada correspondiente y ha cortado, de un solo tajo, el nudo imposible de la complejidad de la naturaleza. Si no podemos conocer un sector dado del Universo en su totalidad, hagamos entonces un esquema de ese sector, un dibujo basado en aquellas propiedades y variables que sí podemos medir y entender, y aceptemos que por ahora este dibujo es un reflejo fiel, aunque obviamente incompleto, de ese rincón del universo. Según Rosenblueth, tal postura se basa en la aceptación (consciente o inconsciente) por los investigadores, de una premisa fundamental: los hechos científicos no son reflejos completos de la

realidad, sino modelos simplificados, arbitrarios pero siempre posibles, de ella.

Rosenblueth afirma que la intuición participa en diversos aspectos del trabajo científico; por ejemplo, en la selección del problema que se va a estudiar, en la formulación de la hipótesis, en el diseño del procedimiento experimental más adecuado, en la planeación de experimentos críticos y decisivos, etc. En cada uno de estos pasos importantes en la investigación científica participa, en forma fundamental, la experiencia previa del individuo, pero eso no es suficiente: además, *hay que tener buenas ideas*. El resultado inmediato de estas buenas ideas será que el problema seleccionado para su estudio conduzca a conclusiones más generales, que estimulen un número mayor de nuevas investigaciones, que la hipótesis inicial sea más fructífera y permita un mayor número de predicciones, que el método experimental utilizado proporcione medidas más exactas, y que los experimentos sean más discriminativos y sus resultados sean más contundentes.



V I I . 4 . A R T H U R S . E D D I N G T O N

El autor de la postura epistemológica denominada (por él mismo) "subjetivismo selectivo" fue el famoso matemático y astrónomo inglés Arthur Eddington (1882-1944), quien a los 31 años de edad fue nombrado profesor "Plumian" de astronomía y filosofía experimental de la Universidad de Cambridge, y al año siguiente director del observatorio de esa misma universidad. Nacido en una familia de cuáqueros, Eddington conservó un profundo sentido religioso durante toda su vida; además, poseía un talento para las matemáticas que sus contemporáneos calificaron de fenomenal, así como una enorme capacidad para la divulgación científica. Entre sus contribuciones más importantes deben mencionarse la astronomía estelar dinámica y sus trabajos sobre la relatividad. En 1915 Einstein publicó su teoría general de la relatividad, una de cuyas predicciones astronómicas era que la luz debería desviarse en la vecindad del Sol; las observaciones para establecer si tal predicción se cumplía sólo podían hacerse retratando las estrellas cercanas al Sol durante un eclipse total y midiendo sus posiciones relativas. Durante el eclipse del 29 de mayo de 1919 se enviaron dos expediciones encargadas de realizar el estudio mencionado, una a Brasil y la otra a una pequeña isla situada frente a la costa occidental de África; uno de los observadores fue Eddington, cuyos resultados confirmaron la predicción de Einstein. Esta fue la primera demostración observacional de la teoría general de la relatividad. Pero no es posible dar aquí ni siquiera un resumen de las varias contribuciones de Eddington a la astronomía, sino que vamos a concentrarnos en su filosofía de la ciencia, sobre todo en su postulado de que a veces es posible derivar el conocimiento de hechos concretos a partir del conocimiento puramente formal.



Arthur S. Eddington (1882-1944).

El argumento lo presentó Eddington en un libro titulado *Filosofía de la ciencia física*, que apareció por primera vez en 1939; de acuerdo con este autor, es posible averiguar algo sobre la naturaleza de la realidad por medio del examen de los conceptos y los métodos de los físicos, y este análisis puede incluso ser más fructífero que el (te los hechos mismos descritos por ellos. En otras palabras, una buena parte de lo que se considera como conocimiento científico objetivo de las leyes de la naturaleza es realmente de carácter epistemológico. Eddington era particularmente ingenioso para ilustrar sus ideas por medio de ejemplos y analogías; mencionaremos dos que aclaran de manera afortunada su punto de vista. En una de ellas se imagina a un ictiólogo que arroja al mar una red con aperturas de dos pulgadas con objeto de examinar a los peces que recupere, y sugiere que el ictiólogo probablemente llegue a las conclusiones de que no hay peces menores de dos pulgadas y que todos ellos tienen branquias. El otro ejemplo es el de Procasto, el famoso personaje de la mitología griega que estiraba o recortaba a sus huéspedes para que cupieran exactamente en su cama. Eddington señaló que el conocimiento derivado del análisis epistemológico era *a priori* pero no en el sentido kantiano de ser innato, en vista de que se requieren experiencias y observaciones para adquirirlo, sino en el sentido del ictiólogo, de quien podemos predecir que con la red que usa para pescar no obtendrá peces menores de dos pulgadas; en otras palabras, es posible hacer juicios *a priori* sobre lo que los físicos van a encontrar si examinamos los procedimientos que usan. Es por el carácter al menos parcialmente *a priori* del trabajo de los físicos, que impide a ese conocimiento ser objetivamente puro, sino que lo hace más bien subjetivo, y por lo selectivo del proceso de investigación, en el que el conocimiento es lo que se "filtra" a través de la metodología y los conceptos usados, por lo que Eddington llamó a su filosofía "subjetivismo selectivo".

Conviene señalar las semejanzas que existen entre el subjetivismo selectivo y otras ideas filosóficas previamente mencionadas; por ejemplo, Wittgenstein propuso en su *Tractatus* la existencia de un paralelismo entre la estructura lógica del lenguaje y la estructura de la realidad, mientras que Eddington afirma que los componentes subjetivo y objetivo del conocimiento están tan íntimamente ligados que es posible descubrir algunos hechos por medio del análisis epistemológico (recuérdese también la semejanza del ejemplo de Wittgenstein, de la superficie blanca con manchas negras que, observamos a través de una malla, con la analogía del ictiólogo y su red de pescar, de Eddington). También existe coincidencia entre las ideas de Mach, que postulaba un sistema monista, basado únicamente en las sensaciones y sus relaciones,

con el de Eddington, que reconoce identidad entre la estructura de grupo de una serie de sensaciones y la estructura del mundo exterior; de hecho, es gracias a esta correspondencia entre las sensaciones y la realidad, que impone ciertos principios de invariancia, que la comunicación entre los científicos es posible. La ciencia, por lo menos la física de Eddington, está interesada en los aspectos cuantitativos de las invariancias, que no son otra cosa que las leyes de la naturaleza

Igual que muchos otros antes y algunos después de él, Eddington quería resolver el problema de la correspondencia de la teoría con los fenómenos reales. ¿Por qué la estructura deductiva de la geometría euclideana corresponde tan bien a la estructura geométrica del universo? ¿Por qué la teoría atómica explica tan satisfactoriamente los fenómenos que ocurren durante las reacciones químicas? Los operacionistas no tienen dudas al respecto, en vista de que en su concepto todas las teorías e hipótesis científicas son empíricas. Ya hemos examinado los distintos enfoques de otras escuelas filosóficas sobre este problema, como positivistas, instrumentalistas, pragmatistas, convencionalistas y otros más. La postura de Eddington lo coloca en el extremo racionalista del espectro que va del empirismo al racionalismo, ya que sin negar que exista un componente objetivo en el conocimiento, lo que le interesa y subraya es la contribución subjetiva, al grado de que en muchos sitios parece estar llevando a cabo un programa puramente deductivo, en ausencia de su contraparte empírica. Como mencionamos hace un momento, el postulado original en la filosofía de Eddington es que es posible conocer gran parte de, o hasta toda, la realidad, a partir de enunciados *a priori*.



Ningún escrito relacionado con la filosofía de la ciencia contemporánea estará completo si no menciona y discute, preferiblemente de manera conspicua y extensa, el pensamiento de Karl R. Popper (1902-1997), quien no sólo ha sido la figura más influyente y respetada en el campo en la segunda mitad del siglo xx, sino también la más discutida (junto con Kuhn, de quien nos ocuparemos en el próximo capítulo). Popper nació en Viena a principios del siglo, en el seno de una familia judía cuyo jefe (el padre de Popper) era un distinguido abogado; en su juventud estudió en la Universidad de Viena y se enroló con entusiasmo en el marxismo, al grado de desempeñarse como obrero manual por un breve periodo. Cuando se desilusionó del marxismo y adoptó el socialismo, trabajó como profesor de escuela; esos eran los tiempos en que se iniciaba el Círculo de Viena, con el que Popper tuvo numerosos contactos pero al que nunca perteneció. Con la emergencia del nazismo Popper abandonó Austria y primero vivió en Nueva Zelanda en donde fue profesor de filosofía en el Colegio Canterbury, en Christchurch. Durante la guerra, Popper escribió su justamente famoso libro *La sociedad abierta y sus enemigos*, una andanada vigorosa y polémica en contra de las ideas políticas de Platón, Hegel y Marx, en quienes identifica los gérmenes y la justificación filosófica del autoritarismo, del totalitarismo y del nazismo, basados en la supuesta capacidad del historicismo (otra de sus *bêtes noires*) para hacer predicciones válidas a partir de patrones uniformes de reiteración, lo que serviría para influir en las creencias y el comportamiento de la gente. Al término de la guerra, Popper emigró a Inglaterra, en donde ha vivido desde entonces. Durante muchos años fue profesor de lógica y metodología de la ciencia en la Escuela de Economía de Londres, de la que sigue siendo profesor emérito.

Popper ha sido extraordinariamente productivo, no sólo en cuanto a trabajos y obras publicados sino en cuanto a ideas originales expuestas con cierta reiteración pero también con documentación exhaustiva, estilo literario directo y sin adornos, y vigor extraordinario, a veces hasta cercano al dogmatismo, sobre todo en sus discusiones con Kuhn. Su primer libro, *La lógica de la investigación* ("Logik der Forschung"), publicado cuando apenas tenía 33 años de edad (1935) y su mundo se estaba desintegrando, contiene la mayor parte de sus ideas más importantes sobre filosofía de la ciencia, muchas ya claramente definidas y otras apenas esbozadas. Sus dos libros siguientes fueron resultado de su "participación en la guerra" (el ya mencionado. *La sociedad abierta y sus enemigos*, publicado en 1945, y *La miseria del historicismo*, aparecido 12 años más tarde), pero en 1963 publicó

Conjeturas y refutaciones, el volumen más importante para nuestro tema, y en 1972 apareció *El conocimiento objetivo*, una útil colección de ensayos y comentarios sobre los mismos temas e ideas del volumen previo, pero que ya no agrega conceptos nuevos sobre metodología científica y filosofía de la ciencia. A partir de 1972, Popper ha publicado cinco libros más (entre ellos una autobiografía y otro en colaboración con John Eccles), pero ya no ha habido cambios significativos en sus principales posturas filosóficas en relación con la ciencia.

En 1919, el muy joven Popper (tenía 17 años de edad) asistió a Viena a una conferencia dictada por el ya no tan joven Einstein (de 40 años de edad) y quedó deslumbrado por la nueva física que promulgaba el gran iconoclasta; recordemos que en ese mismo año Eddington dio a conocer la primera confirmación observacional de la teoría general de la relatividad. Popper comparó entonces el éxito predictivo de las ideas de Einstein, alcanzado en condiciones de muy alto riesgo, con la situación de las otras tres teorías científicas importantes en ese momento en su medio: la teoría de la historia de Marx, la teoría del psicoanálisis de Freud y la teoría de la psicología individual de Adler. Lo que encontró Popper hace casi 60 años lo sabemos todos hoy: en la física de Einstein las predicciones se formulaban de tal manera que la opción de no cumplirse era real, mientras que en las otras teorías "científicas" mencionadas, había explicaciones para cualquier clase de resultados; en otras palabras, ningún tipo posible de experiencia era incompatible con las otras tres teorías "científicas", que estaban preparadas para absorber y explicar cualquier resultado, incluyendo los contradictorios. Fue en esa época cuando Popper concluyó que la manera de distinguir a la ciencia verdadera de las pseudociencias (el criterio de demarcación) es precisamente que la primera está constituida por teorías susceptibles de ser demostradas falsas poniendo a prueba sus predicciones, mientras que las segundas no son refutables; en otras palabras, la irrefutabilidad de una teoría científica no es una virtud sino un vicio, ya que la identifica como pseudocientífica.



Karl R. Popper

En 1923, Popper se interesó en el llamado problema de la inducción, derivado del planteamiento de Hume, quien como ya hemos mencionado (capítulo III, p. 96) negó que estuviera basada en una necesidad lógica y atribuyó su popularidad entre filósofos y científicos a la costumbre o expectativa surgida de la reiteración de secuencias de fenómenos. Las tendencias en la filosofía de la ciencia más importantes en la segunda década de este siglo (el empirismo tipo Mill y el positivismo lógico) se basaban en la validez de la inducción, por lo que Popper consideró que habían llegado a un *impasse* y que la única forma de reorientarlas eran fundamentándolas no en los mecanismos usados para generar teorías sino más bien en los métodos para ponerlas a prueba. Pero siguiendo su criterio de demarcación, Popper sugirió que tales pruebas deberían estar dirigidas a mostrar los aspectos falsos o equivocados de las teorías, y no a verificarlas o confirmarlas. Las teorías, de acuerdo con Popper, no son el resultado de la síntesis de numerosas observaciones, como quieren los inductivistas, sino más bien son conjeturas o invenciones creadas por los investigadores para explicar algún problema, y que a continuación deben ponerse a prueba por medio de confrontaciones con la realidad diseñadas para su posible refutación. Éste fue el origen de la versión popperiana del método científico conocido como hipotético-deductivo, que posteriormente se ha conocido como el método del "ensayo y error" o, mejor todavía, como el de "conjeturas y refutaciones".

CONJECTURES AND REFUTATIONS

The Growth of Scientific Knowledge

by
KARL R. POPPER

BASIC BOOKS, INC., PUBLISHERS

1959

Frontispicio del libro *Conjetures and Refutations*, De Karl R. Popper, publicado en 1963.

Una característica esencial de las hipótesis en el esquema popperiano es que deben ser "falseables", o sea que deben existir una o más circunstancias lógicamente incompatibles con ellas. Las hipótesis son informativas sólo cuando excluyen ciertas situaciones observacionales, actuales o potenciales, pero siempre lógicamente posibles. Si una hipótesis no es falseable no tiene lugar en la ciencia, en vista de que no hace afirmaciones definidas acerca de algún sector de la realidad; el mundo puede ser de cualquier manera y la hipótesis siempre se adaptará a ella. Uno de los mejores ejemplos de este tipo de hipótesis no falseables (según Popper) es la teoría psicoanalítica clásica o freudiana, que tiene explicaciones plausibles para todos los fenómenos, aun aquellos totalmente opuestos entre sí; Popper cita en este mismo contexto algunas de las teorías marxistas de la historia.

La falseabilidad es una característica positiva de las hipótesis que se da en distintos grados cuantitativos, o sea que entre dos hipótesis la más falseable será la mejor, en otras palabras, mientras mayor sea el contenido de afirmaciones de una hipótesis mayor será el número de oportunidades potenciales para demostrar que es falsa. Por ejemplo, la hipótesis "en esta cuadra, perro que ladra no muerde", es menos amplia que la hipótesis "en esta ciudad, perro que ladra no muerde"; la segunda hipótesis es preferible a la primera porque se refiere a un universo mucho más amplio, pero también tiene muchas más oportunidades de resultar falsa, ya que puede someterse a muchas más pruebas.

Resulta entonces que las hipótesis muy falseables son también las que se enuncian con mayor peligro de ser rápidamente eliminadas, pero en caso de resistir las pruebas más rigurosas e implacables, son también las que tienen mayor generalidad y explican un número mayor de situaciones objetivas. Es por eso que Popper prefiere las especulaciones temerarias o audaces, en lugar de lo recomendado por los inductivistas, que aconsejan avanzar sólo aquellas hipótesis que tengan las máximas probabilidades de ser ciertas.

Pero hay un argumento más en favor de las hipótesis audaces, que forma parte importante de la doctrina hipotético-deductiva del método científico: *aprendemos de nuestros errores*, la ciencia progresa por medio de conjeturas y refutaciones. Cuando un investigador intenta resolver un problema y no lo logra, lo primero que busca es en dónde está equivocado, en dónde está el error, si en su hipótesis o en su diseño experimental, o en sus observaciones o en sus comparaciones y analogías. El rechazo de una hipótesis

una vez que no ha logrado superar las pruebas rigurosas a las que se ha sometido tiene un carácter más definido de progreso, de avance en el conocimiento, que la situación opuesta. En efecto, la demostración de la falsedad de una hipótesis es una deducción lógicamente válida, en vista de que se parte de un enunciado general y se confronta con uno o más hechos particulares; en cambio, si en esta confrontación la hipótesis se confirma, se trata de una inducción que va de los hechos examinados a la hipótesis que los incluye, lo que no tiene justificación lógica.

En resumen, el esquema de Popper del método científico es muy sencillo y él mismo lo expresó en su forma más condensada en el título de su famoso libro, *Conjeturas y refutaciones*. La ciencia es simplemente asunto de tener ideas y ponerlas a prueba, una y otra vez, intentando siempre demostrar que las ideas están equivocadas, para así aprender de nuestros errores.

De acuerdo con Popper, la ciencia no empieza con observaciones sino con *problemas*. Ambos modelos del método científico (el inductivo-deductivo y el hipotético-deductivo) requieren la participación de los mismos personajes: el mundo exterior y el hombre de ciencia que examina una pequeña parte de esa realidad. Pero el método hipotético-deductivo concibe esta interacción de manera más compleja que el método inductivo-deductivo, en vista de que el científico no funciona como una *tabula rasa* provista de receptores sensoriales listos para registrar fielmente y sin interferencia de ninguna clase a la realidad, sino todo lo contrario. El hombre de ciencia (según Popper y sus seguidores) se asoma a la naturaleza bien provisto de ideas acerca de lo que espera encontrar, portando un esquema preliminar (pero no por eso simple) de la realidad. El *problema* surge cuando se registran discrepancias entre las expectativas del científico y lo que encuentra en la realidad; la ciencia empieza en el momento en que la estructura hipotéticamente anticipada de un segmento de la naturaleza no corresponde a ella.

Naturalmente, el esquema inicial de la realidad del investigador es una hipótesis (consciente, o quizá con mayor frecuencia, inconsciente) derivada de todo lo que aprendió al respecto de sus antecesores + todo lo aportado por su experiencia personal en ese campo + toda su imaginación.



V I I I . L A S I D E A S
C O N T E M P O R Á N E A S (I I) :
L A K A T O S Y L O S
P R O G R A M A S D E
I N V E S T I G A C I Ó N , K U H N Y
E L R E L A T I V I S M O
H I S T Ó R I C O ,
F E Y E R A B E N D Y E L
A N A R Q U I S M O

- VIII.1. INTRODUCCIÓN
- VIII.2. IMRE LAKATOS
- VIII.3. THOMAS S. KUHN
- VIII.4. PAUL FEYERABEND
- VIII.5. UN PARÉNTESIS PARA LOS DIONISIACOS Y LOS APOLÍNEOS

V I I I . 1 . I N T R O D U C C I Ó N

SIGUIENDO con el examen de algunas de las ideas contemporáneas sobre el método científico, en este capítulo vamos a revisar el pensamiento de tres filósofos que, junto con Popper, han dominado el campo de la filosofía de la ciencia hasta muy recientemente. Como veremos, existe mucha más afinidad entre los conceptos de Popper y Lakatos, que entre los de este último y los de Kuhn y Feyerabend; esto es explicable, en vista de que Lakatos fue discípulo de Popper y en cierta forma erigió su sistema en un intento de responder a algunas de las críticas dirigidas al falsacionismo. En cambio, a pesar de sus numerosos puntos de discrepancia, Kuhn y Feyerabend coinciden, entre otras cosas, en su idea central de la incomensurabilidad de los paradigmas o teorías científicas, que es uno de sus conceptos fundamentales. La razón para reunir a los tres filósofos incluidos en este capítulo es que su análisis parece más conveniente en función de sus diferencias que de sus semejanzas: la compleja estructura de los programas de investigación postulada por Lakatos, semejante en parte al rígido racionalismo ahistórico popperiano, contrasta con el irracionalismo, el relativismo y el interés central en la historia de Kuhn, que por su parte tiene muchos puntos de contacto con la posición anárquica y la ausencia completa de método proclamadas por Feyerabend.

Imre Lakatos (1922-1974) nació en Hungría, en donde estudió física y astronomía; sin embargo, durante las purgas estalinistas de 1950 fue detenido y pasó seis años en la cárcel, de la que finalmente escapó a Inglaterra, en donde vivió el resto de su vida. En la Universidad de Cambridge obtuvo un segundo doctorado en filosofía de la ciencia; en Londres fue discípulo de Popper y su sucesor, al retirarse éste de su cátedra de lógica y método científico en la Escuela de Economía de Londres. Lakatos murió a los 52 años de edad en Londres.

La diferencia principal entre las posturas filosóficas de Popper y Lakatos es que mientras el primero representa a la ciencia como una pelea entre dos contendientes, una teoría y un experimento, y considera que el único resultado valioso es la falsificación de la teoría, el segundo sostiene que la ciencia se parece más a un pleito entre tres contendientes, dos teorías y un experimento, y que el resultado interesante es con mayor frecuencia la confirmación de una de las teorías y no su falsificación. Según Lakatos, la historia de la ciencia no se parece mucho al esquema de Popper y en cambio se asemeja más a su propio modelo (que enunciaremos en un momento); en efecto, el estudio histórico revela que cuando falla alguna o algunas de las predicciones derivadas de una teoría, ésta no se ha eliminado sino que se ha conservado mientras se afinan las observaciones realizadas y se llevan a cabo otras más. En páginas anteriores señalamos que tales situaciones se conocen como anomalías y que, lejos de constituir excepciones, son más bien la regla. De hecho, no conviene eliminar una teoría en cuanto aparece la primera experiencia que la contradice, en vista de que una teoría (aun plagada con anomalías) es mejor que no tener ninguna teoría. Con esta base, Lakatos propone que sólo debe rechazarse una teoría T , cuando se llenen los siguientes requisitos:

- 1) Otra teoría T' encierra mayor contenido empírico que T , o sea que predice hechos nuevos no anticipados por, o hasta incompatibles con, T .
- 2) T' explica todo lo que explicaba T .
- 3) Parte del exceso de contenido de T' , sobre T se confirma.



Imre Lakatos (1922-1974).

Es claro que mientras una teoría científica tenga algo a su favor no conviene eliminarla hasta que se posea una teoría mejor; de hecho, debe dársele un tiempo para que se modifique de manera de poderse enfrentar mejor a las anomalías que la afectan. Sobre esta base Lakatos propone que el punto de comparación no deben ser teorías aisladas sino más bien conjuntos de teorías, generados por modificaciones sucesivas de sus predecesores, que de todos modos se conservan. A estos conjuntos de teorías afines Lakatos los denomina "programas científicos de investigación".

Para un morfólogo, el esquema general de Lakatos es particularmente atractivo, porque postula una estructura casi tridimensional para sus "programas científicos de investigación". En efecto, cada uno de esos programas está formado por tres capas concéntricas de entidades dialécticas: 1) el *núcleo central*, que reúne los supuestos básicos y esenciales del programa, o sea todo aquello que es fundamental para su existencia; 2) este núcleo central está celosamente protegido de las peligrosas avanzadas de la falsificación por un cinturón protector llamado *heurístico negativo*, un principio metodológico que estipula que los componentes del núcleo central no deben abandonarse a pesar de las anomalías, constituido por múltiples elementos variables, como hipótesis auxiliares, hipótesis observacionales, diferentes condiciones experimentales, etc.; 3) la capa más externa del programa científico de investigación se conoce como *heurístico positivo* y está representada por directivas generales para explicar fenómenos ya conocidos o para predecir nuevos fenómenos.

Naturalmente, existe una jerarquía de acceso a los tres niveles estructurales de los Programas lakatosianos de investigación. La confrontación inicial de la teoría científica (cualquiera que ésta sea) con nuevos datos experimentales ocurre primero con la

periferia conceptual del sistema y sólo tiene tres opciones: 1) está de acuerdo con los principales hechos de observación conocidos y anticipados, en cuyo caso se refuerza el núcleo central del programa; 2) registra diferencias no explicables con el sistema, pero solamente al nivel del cinturón protector o heurístico positivo, que es fácilmente modificable para incorporar los nuevos datos sin que el núcleo central se afecte; 3) presenta información que afecta gravemente la vigencia central del sistema, al grado de amenazar (y algunas veces hasta lograr) cambiarlo por otro núcleo diferente.

Lakatos propone que sólo existen dos clases de programas científicos de investigación, los progresistas y los degenerados. La manera de distinguir entre estas dos clases es, en sus propias palabras, la siguiente:

Se dice que un programa de investigación es progresista siempre que su crecimiento teórico anticipe su crecimiento empírico, o sea, mientras continúe prediciendo hechos nuevos con cierto éxito ("cambio progresivo del problema"); se considera que el programa está estancado cuando su crecimiento teórico está rezagado en relación con su crecimiento empírico, o sea, mientras sólo ofrezca explicaciones *post hoc*, sea de descubrimientos accidentales o de hechos predichos por otro programa rival ("cambio degenerativo del programa"). Cuando un programa de investigación explica progresivamente más que otro rival, lo supera, y entonces el rival puede eliminarse (o, si se prefiere, almacenarse).

The methodology of
scientific research
programmes

Philosophical Papers
Volume 1

IMRE LAKATOS

EDITED BY
JOHN WORRELL AND GREGORY CURRIE

CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS
CAMBRIDGE
LONDON · NEW YORK · MELBOURNE

Frontispicio del libro *The Methodology of Scientific Research Programmes*, una colección de ensayo de Imre Lakatos, publicado en 1975.

Los críticos de Lakatos lo han atacado a muy distintos niveles: por ejemplo, no hay nada en el modelo de los programas de investigación científica que permita identificar a los componentes del núcleo central dentro de la maraña de teorías que se manejan en un momento dado sobre un tema específico; tampoco es posible sostener que el núcleo central permanece inalterado, aun cuando el programa se encuentre en una etapa progresiva, pues en cualquier época uno o más investigadores pueden estar cuestionando alguna o algunas de sus partes fundamentales. Todavía más problemático resulta el cinturón heurístico positivo, no sólo por lo impreciso de su contenido sino por lo improbable de contar con una predicción razonable de las dificultades o anomalías que pueden surgir en el futuro para las teorías del núcleo central. Lakatos señala:

[...] El heurístico positivo define problemas, delimita la construcción de un cinturón de hipótesis auxiliares, previene anomalías y las transforma con éxito en ejemplos, todo esto bajo un plan preconcebido.

Sin embargo, es muy poco creíble que una de las características de las buenas teorías es que se presenten acompañadas por este tipo de sistema de alarma anticipada. Lo natural es que la respuesta a las anomalías, sea empírica o conceptual, surja después que ellas y no antes; de otro modo se estarían invirtiendo recursos intelectuales de la manera más colosalmente ineficiente, al intentar formular por adelantado la forma de responder a todas las anomalías teóricamente posibles.

Lakatos propone usar su esquema de programas de investigación científica para distinguir a la ciencia de otras actividades que pretenden serlo y no lo son, para distinguir entre programas progresivos y degenerados, y para explicar el crecimiento de la ciencia. En relación con el primer punto, tanto Popper como Lakatos consideran de vital importancia la demarcación entre lo que es ciencia y lo que no es, o sea la seudociencia. Como ya hemos mencionado, Popper usa como ejemplos de seudociencia al psicoanálisis y a la teoría marxista de la historia, mientras que Lakatos afirma:

El problema de la demarcación entre ciencia y seudociencia tiene graves implicaciones también para la institucionalización de la crítica. La teoría de Copérnico fue

prohibida por la Iglesia católica en 1616 porque la consideró como pseudocientífica. Se eliminó del índice en 1820 porque en esa época la Iglesia consideró que los hechos la habían demostrado y por lo tanto era científica. El Comité Central del Partido Comunista Soviético declaró en 1949 que la genética mendeliana era pseudocientífica y basado en ello asesinó en campos de concentración a sus partidarios, como el académico Vavilov; después de la muerte de Vavilov, la genética mendeliana fue rehabilitada, aunque el derecho del Partido para decidir qué es científico y publicable y qué es pseudocientífico y castigable se sostuvo. En Occidente, el nuevo *establishment* liberal se reserva el derecho de negarle libre expresión a lo que considera pseudociencia, como lo hemos visto en el caso del debate sobre raza e inteligencia. Todos estos juicios se basaron, inevitablemente, en algún tipo de criterio de demarcación. Esto es porque el problema de la demarcación entre ciencia y pseudociencia no es un pseudoproblema de los filósofos de sillón, sino que tiene graves implicaciones éticas y políticas.

Ésta es una postura valiente, expresada por alguien que tuvo una experiencia personal dolorosa al respecto; quizá por eso conviene verla un poco más de cerca. ¿De veras creemos que la teoría de Copérnico fue condenada porque era pseudocientífica, o más bien porque amenazaba a la autoridad de la Iglesia? Una vez identificada como amenaza a la verdad de las Sagradas Escrituras (a las que contradecía) se le colocó el marbete de "pseudocientífica" para justificar la condena. Lo mismo ocurrió con la genética mendeliana, que en un momento dado representó una amenaza para la carrera política de un grupo en la URSS y por lo tanto fue bautizada como "pseudocientífica"; naturalmente, también se le denominó "desviacionista", "burguesa" y "capitalista". Respecto al debate sobre raza e inteligencia, los ecos que nos llegaron a México de esa controversia en el vecino país del Norte sugieren lo opuesto a una negativa a la libre expresión, ya que se trató de un escándalo mayúsculo sobre un problema científico relativamente simple pero con implicaciones políticas y sociales de alcance incalculable en un país crónicamente agobiado por la discriminación racial.

Los programas de investigación científica de Lakatos también deben servirnos, según su autor, para decidir sobre la aceptación de unas teorías sobre otras; las consecuencias de tal decisión no son inocentes, pues los programas de investigación científica degenerados no deben recibir apoyo económico de fundaciones o agencias, los artículos surgidos de ellos deben ser rechazados por las revistas especializadas, etc., en vista de que se trata de programas superados. Esto se justificaría si Lakatos hubiera ofrecido criterios adecuados para distinguir los programas progresivos de los degenerados. Pero según sus propias

postulaciones esto no es posible porque hasta algunos programas que finalmente resultan altamente progresivos pueden pasar por épocas degenerativas de duración variable; Lakatos comenta que es racional trabajar en un programa degenerado con la esperanza de que su fortuna cambie.

En relación directa con el método científico, Lakatos escribe:

Existen varias metodologías flotando en la filosofía de la ciencia contemporánea, todas ellas muy diferentes de lo que se entendía por "metodología" en el siglo XVII y hasta en el XVIII. Entonces se esperaba que la metodología les proporcionara a los científicos un libro de recetas mecánicas para resolver problemas. Hoy ya se ha abandonado tal esperanza: las metodologías modernas o "lógicas del descubrimiento" consisten simplemente en un grupo de reglas (posiblemente no muy coherentes y mucho menos mecánicas) para la apreciación de teorías ya establecidas y articuladas... Estas reglas tienen una doble función: en primer lugar, sirven como un *código de honestidad científica*, cuya violación es intolerable; en segundo lugar, representan) la esencia de programas de investigación historiográfica normativa.

En otras palabras, la búsqueda de una metodología científica satisfactoria no es para contestar a la pregunta ¿cómo se hace la ciencia?, sino para establecer cómo debería hacerse y para investigar históricamente si así se ha hecho, cuándo y por quién. En mi opinión, no existe razón alguna en contra de que se estudie, tan extensa y profundamente como sea posible, la manera como se han hecho en el pasado todas las ciencias; al mismo tiempo, aplaudo la sugestión de Lakatos de que sería muy útil establecer cómo debería trabajarse en las diferentes ciencias. Pero su esquema de los programas de investigación científica no parece estar diseñado para comprender a la ciencia de hoy, la que hacemos los que nos dedicamos a ella. Lakatos analiza la historia y pretende obtener de ella lecciones para el futuro; de lo que ocurre en nuestros días con la investigación científica, no tiene nada que decirnos.

Antes de abandonar a Lakatos, veamos por un momento cómo difiere su esquema de los programas de investigación, del método hipotético-deductivo de Popper, del que se deriva y al que pretende superar. Para ambos métodos el objetivo de la ciencia no es alcanzar la verdad sino aumentar la verosimilitud. Para Popper la unidad funcional es la teoría, mientras que para Lakatos es un conjunto de teorías organizado en un núcleo central y rodeado por los cinturones heurísticos positivo y negativo (o sea un programa de investigación científica). Para Popper, los experimentos cruciales son importantes porque falsifican a las teorías, mientras

que para Lakatos son irrelevantes en vista de que siempre se puede modificar el cinturón heurístico negativo sin afectar a la teoría. Tanto Popper como Lakatos están de acuerdo en que las distintas teorías deben compararse por su aumento en contenido y su corroboración, y ambos enfrentan el mismo problema de cómo medirlo. Finalmente, los dos filósofos se interesan en la metodología científica pero mientras Popper pretende decirnos cómo se hace o debería hacerse hoy la ciencia, Lakatos escudriña el pasado para sugerir cómo deberá hacerse la ciencia en el futuro.



V I I I . 3 . T H O M A S . K U H N

Aunque educado como físico, Kuhn pronto se desvió hacia el estudio de la historia. En el prefacio de su famoso libro *La estructura de las revoluciones científicas*, publicado en 1962, Kuhn señala algunos aspectos de esa transición:

Yo era un estudiante graduado de física teórica ya enfilado a la terminación de mi tesis. Una participación afortunada en un curso experimental de física para no científicos en un colegio me expuso por primera vez a la historia de la ciencia. Para mi completa sorpresa, tal exposición a teorías y prácticas científicas anticuadas socavó radicalmente algunas de mis ideas básicas sobre la naturaleza de la ciencia y las razones de su éxito especial... El resultado fue un cambio radical en los planes de mi carrera, de la física a la historia de la ciencia y de ahí, gradualmente, de problemas históricos relativamente bien definidos regresé a los intereses más filosóficos que inicialmente me condujeron a la historia...

Kuhn ha sido profesor en las universidades de Harvard, California (Berkeley) y Chicago; actualmente es profesor de historia de la ciencia en la Universidad de Princeton. Su enorme y muy merecido prestigio se debe a su mencionado libro, en donde su contribución fundamental a la filosofía de la ciencia es la introducción de la historia como un elemento indispensable para su comprensión integral. Desde luego Kuhn no fue el primero en utilizar la historia de esa manera; ya hemos señalado que Whewell y Comte tenían esa misma posición, y que muchos otros filósofos de la ciencia, incluyendo al mismo Popper, usan en forma reiterada ejemplos históricos en sus discusiones, aunque la mayoría de ellos sólo de manera anecdótica.



Thomas S. Khun (1926-).

En cambio, para Kuhn la historia representa el color del cristal con el que debe mirarse toda la filosofía de la ciencia. Pero lo que Kuhn ha visto a través de este cristal ha resultado tener dos características inesperadas, que le han dado a sus ideas la gran prominencia que tuvieron cuando se publicaron y que han conservado a lo largo de más de 25 años; me refiero al relativismo y a la irracionalidad. La aclaración del significado de estos dos términos revela la relación de las ideas de Kuhn con nuestro interés, que sigue siendo (no lo olvidemos) el método científico.

La historia de la ciencia muestra, de acuerdo con Kuhn, que a lo largo de su evolución las distintas disciplinas han pasado por uno o más ciclos bifásicos, que él mismo llama "ciencia normal" y "revolución" (ocasionalmente se identifica una tercera fase inicial, llamada "preciencia", que desaparece a partir del segundo ciclo). En forma paralela a este concepto cíclico de la evolución de las ciencias, Kuhn introdujo también la famosa idea del "paradigma", que representó la teoría general o conjunto de ideas aprobadas y sostenidas por una generación o un grupo coherente de científicos contemporáneos. Por desgracia, en su famosa y ya mencionada obra, Kuhn usó el término "paradigma" con otras acepciones distintas (21, según una cuenta muy conocida) lo que contribuyó a hacerlo un poco confuso. En publicaciones posteriores, Kuhn sustituyó el término "paradigma" por otros dos, "matriz disciplinaria" y "ejemplar", con objeto de ganar precisión, pero como para nuestros fines tal precisión no es necesaria, seguiré usando el término paradigma.

De acuerdo con el esquema de Kuhn, los ciclos a que están sometidas las ciencias a través de la historia se inician por una etapa más o menos prolongada de "preciencia" o periodo "pre-paradigmático", durante el cual se colectan observaciones casi al azar, sin plan definido y sin referencia a un esquema general; en este periodo puede haber varias escuelas de pensamiento compitiendo pero sin que alguna de ellas prevalezca sobre las demás. Sin embargo, poco a poco un sistema teórico adquiere aceptación general, con lo que surge el primer paradigma de la disciplina; los ejemplos de Kuhn para ilustrar el sentido de paradigma son la astronomía ptolemaica, la "nueva" química de Lavoisier, la óptica corpuscular de Newton, o la dinámica aristotélica. De acuerdo con Kuhn, un paradigma está formado por la amalgama de una teoría y un método, que juntos constituyen casi una forma especial de ver al mundo, sin embargo, el estado ontológico del paradigma kuhniano no es claro, se trata de una

entidad curiosa, algo camaleónica y hasta acomodaticia, de la que a veces se oye hablar como si fuera algo real y con existencia independiente.

THE STRUCTURE OF SCIENTIFIC REVOLUTIONS

By THOMAS S. KUHN



Frontispicio del libro *The Structure of Scientific Revolutions*, de Thomas S. Khun, publicado en 1961.

Una vez establecido el paradigma, la etapa de "preciencia" es sustituida por un periodo de "ciencia normal", caracterizado porque la investigación se desarrolla de acuerdo con los dictados del paradigma prevalente, o sea que se siguen los modelos que ya han demostrado tener éxito dentro de las teorías aceptadas. Durante el periodo de "ciencia normal" los investigadores no se dedican a avanzar el conocimiento sino a resolver problemas o "acertijos" dentro de la estructura del paradigma correspondiente; en otras palabras, lo que se pone a prueba no es la teoría o hipótesis general, como quiere Popper, sino la habilidad del hombre de ciencia para desempeñar su oficio, en vista de que si sus resultados no son compatibles con el paradigma dominante, lo que está mal no es la teoría sino los resultados del trabajo del investigador.

Durante el periodo de "ciencia normal" los resultados incompatibles con el paradigma prevalente se acumulan progresivamente en forma de anomalías, en lugar de usarse como argumentos para forzar el cambio de la teoría por otra u otras que las expliquen. Sólo cuando se alcanza un nivel intolerable de anomalías es que el paradigma se abandona y se adopta uno nuevo

que satisfaga no sólo los hechos explicados por el paradigma anterior sino también todas las anomalías acumuladas. A la ciencia que se realiza durante el periodo en que ocurre este cambio, de un paradigma por otro, Kuhn la llama "ciencia revolucionaria". Pero es precisamente en su análisis de este cambio donde Kuhn introdujo una de sus ideas más revolucionarias, ya que propuso que el rechazo de un paradigma rebasado por las anomalías acumuladas y la adopción de un nuevo paradigma históricamente no ha sido un proceso racional, entre otras razones porque los distintos paradigmas son inconmensurables, lo que no significa que sean incompatibles, sino simplemente que no son comparables entre si. Kuhn comparó al cambio de paradigmas que caracteriza al periodo de "ciencia revolucionaria" con un "cambio de *Gestalt*", y hasta con una conversión religiosa. La inconmensurabilidad del paradigma antiguo con el nuevo determina que sus respectivos partidarios hablen distintos idiomas, o sea que los mismos términos tengan diferentes significados, lo que dificulta o imposibilita la comunicación entre ellos. Frecuentemente, otra diferencia significativa entre los científicos que patrocinan los dos paradigmas en conflicto, el saliente y el entrante, es la edad promedio de cada grupo: muchos de los partidarios del paradigma que se abandona son individuos mayores, mientras que la mayoría de los devotos del nuevo paradigma son jóvenes. Esta diferencia generacional no sólo se suma al bloqueo en la comunicación, sino que también contribuye a la irracionalidad del cambio, que culmina cuando fallecen los últimos miembros del grupo de científicos partidarios del paradigma saliente, con lo que se legaliza la hegemonía del paradigma entrante y se inicia un nuevo periodo de "ciencia normal".

Estas ideas de Kuhn se oponen de manera más o menos frontal al esquema hipotético-deductivo de la ciencia de Popper al mismo campo que postulan otro, que podría llamarse histórico-cíclico (Popper lo llama, con toda justicia, relativismo histórico). Obviamente, Kuhn no está hablando de la lógica del descubrimiento científico sino más bien de la psico-sociología de la ciencia. Pero Kuhn y Popper coinciden en pasar por alto los mecanismos de generación de las hipótesis aunque el primero las atribuye a la intuición estimulada por la acumulación progresiva de anomalías y el segundo nada más a la intuición (pero basada en un componente genético, que se menciona en el último capítulo). En cambio, mientras Popper postula que el cambio de una teoría científica por otra proviene de la falsificación de la primera y el mayor poder explicativo de la segunda, o sea que se trata de un proceso lógico y racional, Kuhn insiste en que la historia muestra que el rechazo de una teoría científica y su sustitución por otra ha obedecido mucho más a fuerzas irracionales e ilógicas, más relacionadas con factores sociológicos que con principios racionales.

El concepto del crecimiento de la ciencia según Kuhn es muy distinto del postulado clásicamente, como puede sospecharse al contemplar el resultado de sus ciclos de ciencia normal → acumulación de anomalías → revolución con cambio de paradigmas → ciencia normal → etc., en vista de que la inconmensurabilidad de los paradigmas entrante y saliente impiden que se aproveche toda la información acumulada durante el periodo de ciencia normal anterior a la revolución, que termina por cambiar un paradigma por otro. Kuhn tiene plena conciencia de esto, por lo que el último capítulo de *La estructura* se titula "El progreso por medio de revoluciones" y en él se pregunta:

¿Por qué es que la ciencia avanza continuamente, como no lo hacen, digamos, el arte, la teoría política, o la filosofía? ¿Por qué es el progreso una propiedad reservada casi exclusivamente para las actividades que llamamos ciencia? Las respuestas más comunes a estas preguntas han sido refutadas en este ensayo, de modo que conviene concluirlo preguntándonos si podemos encontrar otras que las sustituyan.

Todo aquel que haya leído a Kuhn sabe que un solo repaso de sus textos es generalmente insuficiente para capturar todas sus ideas y comprender todos sus alcances además de lecturas repetidas, Kuhn exige meditación seria sobre lo que dice, con la consecuencia que el lector que medita no siempre llega a la misma conclusión que el autor sobre un mismo párrafo. Por lo menos, eso es lo que todavía me pasa a mí con Kuhn (¡y con muchos otros autores!) pero acepto que seguramente se trata de un problema personal. Kuhn propone que en los periodos de ciencia normal, el progreso científico:

...No es diferente en calidad del progreso en otros campos, pero la ausencia habitual de grupos competitivos que cuestionen mutuamente sus respectivos fines y estándares facilita la percepción del progreso de una comunidad científica normal.

Después de examinar el papel de la educación científica en las culturas occidentales, destacando que en las humanidades la consulta de los textos originales es mucho más frecuente que en las ciencias, Kuhn se pregunta:

¿Por qué es el progreso una concomitante universal de las revoluciones científicas? Una vez más tenemos mucho que ganar si preguntamos qué otra cosa podría provenir de una revolución. Las revoluciones terminan con la victoria total de uno de los dos campos opuestos, ¿podrá tal grupo decir alguna vez que su triunfo no representa un progreso? Si lo hubiera sería como aceptar que ellos estaban equivocados y que sus oponentes tenían la razón. Por lo menos, para ellos

el resultado de la revolución debe ser el progreso, y se encuentran en una posición excelente para asegurarse de que los miembros futuros de su comunidad acepten la historia anterior a ellos de la misma manera.

A continuación Kuhn examina el papel fundamental que desempeña la comunidad científica como árbitro de lo que es la ciencia y de su calidad, que es lo que caracteriza a las civilizaciones derivadas de la Grecia helénica; de hecho, Kuhn identifica a la Europa de los últimos cuatro siglos como el origen de la mayor parte del conocimiento científico que poseemos actualmente, gracias a su tolerancia y apoyo a grupos de sujetos interesados en resolver problemas específicos del comportamiento de la naturaleza, ofreciéndoles soluciones aceptables a la mayor parte de los miembros de los distintos grupos y sin interés primario en reclutar opiniones favorables de las autoridades oficiales de su tiempo (rey, papa, dictador, sultán, primer ministro, sátrapa o presidente), o del pueblo en general. La pequeña cofradía de científicos establece sus propias reglas del juego, al margen de intereses ideológicos o políticos, y se da el imperial y legítimo hijo de regirse exclusivamente por ellos. Este episodio solamente ha ocurrido una vez en toda la historia universal, y ni siquiera como una corriente ininterrumpida de desarrollo sino más bien como una serie de episodios más o menos breves, a veces infelices y otras veces afortunados, con largos intervalos sujetos a la hegemonía de la sinrazón.

En *La estructura*, Kuhn incluye un párrafo en donde señala con claridad el mecanismo de crecimiento de la ciencia en los periodos de "ciencia revolucionaria"; hablando del cambio de un paradigma por otro, Kuhn dice que el nuevo paradigma:

[...] No será aceptado por los científicos a menos que se convenzan de que se cumplen dos importantes condiciones. En primer lugar, el nuevo paradigma debe parecer resolver algún problema importante y generalmente reconocido, que no se ha podido resolver de ninguna otra manera. En segundo lugar, el nuevo paradigma debe garantizar la conservación de una parte relativamente grande de la capacidad para resolver problemas concretos que la ciencia ha alcanzado a través de sus predecesores. La novedad por sí misma no es un *desideratum* de las ciencias, pero sí lo es en muchos otros campos creativos. De esto resulta que, aunque los nuevos paradigmas rara vez o nunca poseen todas las capacidades de sus predecesores, generalmente conservan una gran parte de los aspectos más concretos de los triunfos previos y además siempre permiten soluciones adicionales a otros problemas concretos.

Para concluir, podemos señalar que a pesar de la inconmensurabilidad de los paradigmas en competencia, y de que el cambio de uno por otro durante las revoluciones científicas se parece más (según Kuhn) a una conversión religiosa que a una acción racional, el nuevo paradigma está obligado a garantizar la preservación de mucho de lo aprendido en los periodos previos de ciencia normal, lo que permite el crecimiento de la ciencia.



V I I I . 4 , P A U L F E Y E R A B E N D

Paul Feyerabend (1924) es una de las figuras más atractivas y más peligrosas de la filosofía de la ciencia contemporánea. Sus dos libros principales, *Contra el método* (*Against method*) y *La ciencia en un mundo libre* (*Science in a Free World*) son ya obras clásicas; sus numerosos y extensos artículos (recientemente editados en dos volúmenes por la Cambridge University Press) son lectura obligada para todo el que quiere estar bien informado sobre lo que ocurre hoy en el campo, y su estilo literario es claro, ingenioso y seductoramente agresivo, sobre todo cuando responde a sus críticos. De acuerdo con sus notas autobiográficas (incluidas en *La ciencia*) Feyerabend nunca estudió formalmente filosofía de la ciencia; sus intereses como estudiante fueron, en orden cronológico y de importancia, el teatro, la física y la astronomía. Educado en Alemania en los terribles primeros años de la posguerra, entre 1945 y 1950, fue testigo de la brutal reacción post-nazi (cuyos excesos no eran muy diferentes a los cometidos por los propios nazis) y conservó un profundo interés en el análisis de los factores que de una u otra manera pueden contribuir a limitar la libertad del individuo y la sociedad. Después de la guerra Feyerabend disfrutó de una beca del Estado alemán para estudiar en el Instituto para la Renovación Metodológica del Teatro Alemán, en Weimar, las clases consistían en ver obras teatrales y discutir las. Al año siguiente Feyerabend fue a Viena a estudiar historia, pero al mismo tiempo se interesó en la física y la astronomía, así como en la filosofía; fue miembro fundador del Círculo de Kraft, un club-filosófico formado alrededor de Viktor Kraft, quien había sido miembro del Círculo de Viena. En esta ciudad también conoció al físico Felix Ehrenhaft, quien lo impresionó por su capacidad para adoptar posturas iconoclastas y antiortodoxas, lo que años más tarde se convertiría en la especialidad de Feyerabend. El primer encuentro con Popper tuvo lugar en 1948, en Alpbach, en la época de mayor lustre del falsacionismo; Feyerabend se impresionó mucho con Popper pero muy poco con sus teorías. En 1950 Feyerabend trabajó una temporada con Popper en Londres y se asoció con Lakatos, con el que sostuvo un debate continuo y planearon escribir un libro juntos sobre "racionalismo"; desafortunadamente, la muerte prematura de Lakatos suspendió el debate e impidió que el libro planeado se terminara; lo que al final se publicó fue la parte "antirracionalista" de Feyerabend, que es *Contra el método*. Además, en ese tiempo Feyerabend fue nombrado conferencista de filosofía de la ciencia en la Universidad de Bristol, lo que aprovechó para ampliar sus estudios de mecánica cuántica. Feyerabend es hoy profesor de filosofía de la ciencia en la Universidad de California (Berkeley) y

al mismo tiempo en la Escuela de Altos Estudios de la Universidad de Viena.



Paul Feyerabend (1924-).

A diferencia de otros filósofos contemporáneos de la ciencia, Feyerabend no tiene mucho que decir, o sea que sus intereses son relativamente estrechos, pero dentro de ellos lo que dice resuena con el doble impacto de la razón y de la elocuencia. A mí me ocurre que siempre que lo releo me vuelve a convencer de todo lo que dice, hasta que una vez más me doy cuenta de que usa magistralmente toda clase de argumentos lógicos y racionales para convencerme de que la ciencia es irracional, y que además no sólo está muy bien que así haya sido en el pasado y que así sea hoy, sino que *así es como debe ser*. En relación con el método científico, Feyerabend se declara anarquista: históricamente no hay nada que pueda identificarse como un método científico, el examen más crítico y riguroso de la ciencia contemporánea tampoco lo identifica, y el balance analítico de sus consecuencias futuras (si se promoviera) sería terriblemente negativo para la ciencia misma, para la libertad del individuo y para la estructura de la sociedad.

Paul Feyerabend

Against Method
Method of an anarchist • A reply to Karl Popper

Verso

* For more information on the book, visit the website of the publisher, Verso, at www.versobooks.com

Frontispicio del libro *Against Method*, de Paul Feyerabend, publicado en 1975.

La lectura superficial de los escritos de Feyerabend generalmente produce mucha diversión pero cierto desencanto respecto a su contenido conceptual; sin embargo, cuando se superan su estridentismo y sus pirotecnias lingüísticas persiste un residuo valioso y muy digno de tomarse en cuenta. Feyerabend postula y defiende el libre acceso del individuo a todas las opciones posibles (tradicionales o contemporáneas, absurdas o racionales, emotivas o intelectuales) para alcanzar el conocimiento. Su postura lo lleva a ciertos excesos, como exigir igual atención y respeto para la ciencia, la astrología, la medicina tradicional o el vudú. En común con muchos otros autores contemporáneos, Feyerabend identifica a la ciencia de nuestro siglo como el equivalente de la religión durante el medievo. Pero a diferencia de los mismos autores, Feyerabend no concibe a la ciencia como una superación de las estructuras dogmáticas de esos tiempos sino simplemente como una opción alternativa, igualmente irracional y autoritaria, que finalmente triunfó no por su mayor coherencia lógica sino por su mejor rendimiento tecnológico.

Feyerabend inicia su libro *Contra el método* con el siguiente párrafo:

El siguiente ensayo está escrito con la convicción de que el anarquismo, aunque quizá no sea la filosofía política más atractiva ciertamente es una medicina excelente para la epistemología y para la filosofía de la ciencia

Y el capítulo I de ese mismo libro termina con su párrafo más famoso:

Queda claro, entonces, que la idea de un método fijo, o de una teoría fija de la racionalidad, descansa en una imagen demasiado simple del hombre y sus circunstancias sociales. Para aquellos que contemplan el rico material proporcionado por la historia y que no intentan empobrecerlo para satisfacer sus instintos más bajos o sus deseos de seguridad intelectual en forma de claridad, precisión, "objetividad" o "verdad", estará claro que sólo hay un principio que puede defenderse en todas las circunstancias y en todas las etapas del desarrollo humano. Este principio es: *todo se vale*.

A continuación, Feyerabend procede a señalar que el principio enunciado aconseja ir en contra de las reglas; por ejemplo, ante los empiristas que creen en la inducción (los científicos que consideran que son los hechos experimentales los que deciden si sus teorías son correctas o incorrectas) debe procederse en forma contraintuitiva, o sea que deben construirse hipótesis que contradigan de manera flagrante y abierta las teorías más aceptadas y confirmadas, o que se opongan a los hechos más contundentes. Sólo así se logrará mantener la frescura y el avance de la ciencia. Consciente de que sus críticos reaccionarían señalando que esto simplemente es la proposición de otra metodología más (que en México llamaríamos la de "contreras"), Feyerabend señala:

Mi intención no es reemplazar un juego de reglas generales por otro; más bien mi intención es convencer al lector de que todas las metodologías, incluyendo a las más obvias, tienen sus límites. La mejor manera de mostrar esto es demostrar no sólo los límites sino hasta la irracionalidad de algunas reglas que él o ella (los empiristas) posiblemente consideran como básicas... Recuérdese siempre que las demostraciones y la retórica utilizadas no expresan alguna "convicción profunda" mía. Simplemente muestran lo fácil que es convencer a la gente de manera racional. Un anarquista es como un agente secreto que le hace el juego a la razón para debilitar su autoridad (y la de la verdad, la honestidad, la justicia, y así sucesivamente).

Siguen siete capítulos repletos de observaciones penetrantes, agudas, extensamente documentadas y sistemáticamente iconoclastas, prueba definitiva de que Feyerabend no sólo es un anarquista sincero sino que además es un dialéctico formidable y un polemista temible. En varios apéndices y capítulos ulteriores repasa los trabajos de Galileo en relación con el esquema de Copérnico y sugiere que Galileo triunfa no por sus argumentos científicos sino por su estilo literario, por sus artes de persuasión, porque escribe en italiano en vez de hacerlo en latín, y porque se dirige a un público opuesto temperamentalmente a las ideas antiguas y a los patrones del conocimiento asociados a ellas. Después de otros capítulos más, en donde propone abolir la

distinción entre los contextos de descubrimiento y de justificación, entre los términos teóricos y los observacionales, entre la ciencia y la mitología, y en donde además critica duramente los esquemas de Popper y de Lakatos, termina con una última y sonora andanada que él mismo resume como sigue:

Por lo tanto, la ciencia está más cerca de la mitología de lo que la filosofía de la ciencia estaría dispuesta a admitir. Es solamente una de las muchas formas de pensamiento desarrolladas por el hombre, y ni siquiera necesariamente la mejor. Es conspicua, ruidosa e impúdica, y además sólo es intrínsecamente superior para aquellos que se han decidido previamente a favor de cierta ideología, o que la han aceptado sin antes examinar sus ventajas y sus límites. Y como la aceptación o el rechazo de ideologías debe ser un asunto individual, la separación del Estado y la Iglesia debe suplementarse con la separación del Estado y la ciencia, que es la institución religiosa más reciente, más agresiva y más dogmática. Tal separación podría ser nuestra única oportunidad de alcanzar la humanización de que somos capaces pero que nunca hemos realizado en su totalidad.

Tres años más tarde (1978) Feyerabend publicó su libro *La ciencia en una sociedad libre*, que consta de tres partes: la primera son comentarios sobre algunos aspectos de *Contra el método* que se le habían quedado en el tintero, la segunda es la extensión lógica de sus ideas sobre el anarquismo científico y el "todo se vale" metodológico, que termina con sus fascinantes notas autobiográficas, y la tercera es una colección de respuestas a algunas revisiones críticas de su libro *Contra el método*. De esta última parte sólo diré dos cosas: la primera, se llama *Conversaciones con iletrados*, y la segunda, es un despliegue espléndido pero despiadado del extraordinario talento dialéctico de Feyerabend.

Pero ya hemos dicho demasiado acerca de las ideas y el estilo de Feyerabend y es tiempo que revisemos algunas de las críticas que se les han hecho a las primeras. Sin embargo, voy a citarlo textualmente por última vez, tomando una parte del párrafo con el que concluye sus reflexiones autobiográficas. Dice así:

Quedan dos opciones. Podría empezar a participar en alguna tradición e intentar reformarla desde dentro. Creo que esto sería importante. Los tiempos en que los Grandes Cerebros se asociaban con los Grandes Poderes de la sociedad para dirigir las vidas del resto, aun de la manera más gentil, se han ido extinguiendo (excepto en Alemania). Cada vez más civilizaciones suben al estrado de la política mundial, cada vez se recuperan más tradiciones de los pueblos que forman el hemisferio occidental. El individuo puede participar en

esas tradiciones (si lo aceptan) o callarse la boca, lo que no puede hacer es dirigirse a ellas como si fueran estudiantes en un salón de clases. Yo he sido un miembro algo errático de una tradición seudocientífica desde hace demasiado tiempo, de modo que podría tratar de estimular desde dentro las tendencias con las que simpatizo. Esto estaría de acuerdo con mi inclinación a usar la historia de las ideas para explicar fenómenos que me intrigan y para experimentar con formas de expresión distintas de la prosa escolástica para presentar o exponer ideas. Pero no tengo mucho entusiasmo por tal trabajo, especialmente porque pienso que campos como la filosofía de la ciencia, o la física de las partículas elementales, o la filosofía ordinaria del lenguaje, o el kantismo, no deberían reformarse sino que debería permitirse que murieran su muerte natural (son demasiado caros y el dinero que se gasta en ellos se necesita con mayor urgencia en otras partes). Otra posibilidad es iniciar una carrera como artista (*entertainer*). Esto me atrae mucho. Traer una leve sonrisa a las caras de los que han sido heridos, deprimidos o desilusionados, a los que han sido paralizados por alguna "verdad" o por el miedo a la muerte, me parece un logro infinitamente más importante que el descubrimiento intelectual más sublime: en mi escala de valores Nestroy, George S. Kaufman y Aristófanes están muy por encima de Kant, Einstein y sus anémicos imitadores. Éstas son las posibilidades: ¿qué haré? Sólo el tiempo lo dirá...

Este hermoso y sentido párrafo se publicó hace diez años. Hasta donde yo sé, Feyerabend sigue siendo el mismo profesor original, brillante e iconoclasta, de filosofía de la ciencia en California y en Viena, por lo que todos debemos felicitarlos. Su función es tan importante hoy como fue la de Sócrates en la Atenas de Pericles. Ojalá que la continúe desempeñando por muchos años; el mundo lo necesita ahora más que nunca. En relación con el método científico, la posición de Feyerabend es que históricamente no ha existido y que es gracias a la anarquía que la ciencia ha progresado. Los científicos han hecho de todo, de éste y del otro lado de la ética profesional, para avanzar y hacer triunfar sus teorías favoritas. Cuando se ha tratado de escoger entre dos o más teorías sobre los mismos fenómenos, la decisión nunca ha sido racional y objetiva porque las teorías distintas son incontenibles. Dentro de esta anarquía, tanto el cambio como el crecimiento de la ciencia se explican por factores externos, como ideologías, preferencias subjetivas, estilo literario, propaganda, mercadotecnia, etc. El único principio objetivo (o sea, no basado en factores externos) que admite Feyerabend es que una teoría científica puede eliminarse por deficiente cuando se demuestra que contiene una incongruencia interna. Este principio no es ni irracional ni anarquista sino que está basado en la lógica y es el

talón de Aquiles del anarquismo filosófico de Feyerabend. La razón es bien sencilla: los mismos argumentos que esgrime Feyerabend para considerar a la ciencia como una ideología pueden usarse para calificar a la filosofía como otra ideología. Por lo tanto, una teoría filosófica será deficiente y deberá abandonarse cuando se descubra que encierra una incongruencia interna.

Debe mencionarse que Feyerabend discute este mismo punto con su dialéctica corrosiva, preguntándose en forma retórica: "¿qué hay de malo con las incongruencias?", y procediendo a rechazar el argumento de que la consecuencia de aceptar incongruencias sea el caos irracional, argumentando que en la ciencia algunas teorías incongruentes han contribuido al progreso. Sin embargo, este hecho no basta para abandonar el principio lógico de la no contradicción, ya que las teorías incongruentes que han contribuido al progreso de la ciencia lo han hecho gracias a que nuevos hechos las transformaron en congruentes. En ninguno de sus escritos extiende Feyerabend su irracionalismo, postulado como un elemento constante para la ciencia, a la propia naturaleza; su pleito no es con la realidad externa, ni con los que pretendemos estudiarla y conocerla, los seres humanos que ejercemos la profesión de científicos, sino con los instrumentos lógicos que pretendemos usar para cumplir con nuestros objetivos.

Finalmente, Feyerabend aprueba el concepto de la inconmensurabilidad de los paradigmas científicos de Kuhn pero en cambio rechaza los periodos cíclicos de ciencia normal y revolución, alegando que ni existen ni han existido nunca, por lo que no pueden explicar el crecimiento de la ciencia. Éste se explica como resultado del juego entre la tenacidad con que se sostienen unas teorías y la proliferación de otras teorías. Feyerabend dice:

Además, es la invención de nuevas ideas y el intento de asegurar para ellas un sitio digno en la competencia lo que lleva a la eliminación de los paradigmas viejos y familiares. Tal invención se realiza continuamente todo el tiempo, aunque es sólo durante las revoluciones que nos llama la atención. Tal cambio en la atención no refleja modificación estructural profunda alguna (como por ejemplo la transición entre la solución de acertijos y la especulación filosófica o poner a prueba las teorías fundamentales). No es otra cosa que un cambio en el interés y en la publicidad.

De manera que, según Feyerabend, la ciencia consiste en la interacción constante de dos partes, la normal y la filosófica, y tal interacción es la responsable de su crecimiento. Pero entonces, el mismo Feyerabend se pregunta, ¿por qué es que los elementos revolucionarios aparecen o se hacen visibles sólo en raras ocasiones? ¿No es ése un simple hecho histórico que apoya a Kuhn y refuta a Feyerabend? De ninguna manera, se trata de que el

componente establecido de la ciencia resiste con tenacidad el cambio, y tal resistencia se hace más firme en los periodos en los que el cambio parece inminente; la resistencia está dirigida en contra del componente filosófico y lo trae a la conciencia pública. Feyerabend dice:

Las generaciones más jóvenes, siempre interesadas en las cosas nuevas, se apoderan de los nuevos materiales y los estudian ávidamente. Los periodistas, siempre a la búsqueda de noticias —mientras más absurdas, mejor— publican los nuevos descubrimientos (que son los elementos del componente filosófico que están más radicalmente en desacuerdo con los puntos de vista aceptados mientras conservan cierta plausibilidad y quizá hasta algún apoyo en los hechos). Éstas son algunas de las razones para las diferencias que percibimos. No creo que debiera buscarse algo más profundo.



V I I I . 5 . U N P A R É N T E S I S P A R A L O S D I O N I S I A C O S Y L O S A P O L Í N E O S

Los breves párrafos que siguen están tomados de un ensayo publicado por Gerald Holton en 1979. Como es bien sabido, Holton es el profesor Mallinckrodt de física y de historia de la ciencia en la Universidad de Harvard, en Boston. Este ensayo se publicó como el capítulo III del libro *La imaginación científica: estudios casuísticos* (1978), Con el título de "La imaginación científica". En este escrito Holton señala que la ciencia se encuentra hoy entre un yunque y un martillo: el yunque son los nuevos dionisiacos y el martillo son los nuevos apolíneos. Holton caracteriza a los nuevos dionisiacos como sigue:

[...] Están de acuerdo en su sospecha o desprecio por la racionalidad convencional y en su convicción de que las consecuencias que fluyen de la ciencia y la tecnología son preponderan temen te malignas. Su principal preocupación no es metodológica; más bien se consideran como críticas sociales y culturales. Pero desearían "ampliar el espectro" de lo que se acepta como conocimiento útil, como condición previa a otros cambios deseables. Tienden a celebrar elementos que no perciben en la ciencia: personales, privados y, en algunos casos, hasta místicos...

Como el interés de los dionisiacos no es la metodología científica (que es nuestro tema), por ahora vamos a dejarlos tranquilos. En cambio, Holton describe a los nuevos apolíneos como sigue:

Los filósofos que han decidido ocuparse de la defensa de la racionalidad en el sentido estrecho del término, también son miembros de una antigua tradición. Algunos de sus genes pueden identificarse con los positivistas lógicos de antes de la segunda Guerra Mundial, quienes a su vez descienden de una larga línea de guerreros que pelearon en contra del oscurantismo más cerrado y de las fantasías metafísicas que persiguieron y obstaculizaron a la ciencia en el siglo XIX y a principios del siglo XX... algunos de los defensores contemporáneos más elocuentes de la racionalidad pertenecen a la escuela de Karl Popper, quien a su vez fue influido, al principio de su carrera, por, el movimiento positivista de la preguerra...

La otra característica de los apolíneos que ofrece Holton es la siguiente:

La sombra de David Hume cubre todo el estrado, con su repugnante mensaje, que de acuerdo con Popper dice que: "...No sólo es el hombre un animal irracional, sino que la parte de nosotros que creíamos racional —*el conocimiento humano*— incluyendo el conocimiento práctico, es completamente irracional." Los nuevos apolíneos dedican sus mayores esfuerzos a espantar este espectro, con atención especial al razonamiento científico.

Después de haber caracterizado a los dos grupos anteriores, los nuevos dionisiacos y los nuevos apolíneos, Holton nos ofrece la siguiente imagen:

Por lo tanto, ambos grupos opuestos, dionisiacos y apolíneos, están imbuidos de un sentido de urgencia por salvar a la República. Cada uno piensa que la llave de esta salvación es seguir un proceso adecuado para adquirir conocimiento válido y propone aclarar la comprensión de este proceso, pero de hecho no se asoman a ver la manera como funciona la imaginación científica en acción. Uno de ellos condena a los científicos por ser demasiado racionales; el otro los critica por ser demasiado irracionales. Atrapados entre ambos grupos, los científicos, virtualmente sin excepción, no le hacen caso a ninguno de los dos, ni siquiera para defenderse de las grotescas distorsiones de lo que ellos realmente hacen. De hecho, los científicos ceden la plataforma pública a la propagación de dos grupos de respuestas distintas pero igualmente erróneas a las preguntas... ¿Cómo es que los científicos adquieren conocimientos, y cómo es que deberían adquirirlos?



I X . R E S U M E N G E N E R A L Y C O N C L U S I O N E S

- IX.1. INTRODUCCIÓN
- IX.2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LAS IDEAS SOBRE EL MÉTODO CIENTÍFICO
- IX.3. ¿CUÁL ES LA ONTOLOGÍA CONTEMPORÁNEA DEL MÉTODO CIENTÍFICO?
- IX.4. ¿PARA QUÉ LE SIRVE AL CIENTÍFICO LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA?

I X . 1 . I N T R O D U C C I Ó N

EN LAS páginas anteriores hemos revisado en forma cronológica una serie de ideas sobre el método científico. Como nos lo propusimos al principio, nuestra revisión ha sido selectiva, esquemática y esencialmente descriptiva. Las razones para presentar nuestra historia dentro de esos moldes son fáciles de entender: selectiva, por limitaciones de mis conocimientos; esquemática, por ahorrar espacio, ya que los libros pequeños tienen más probabilidades de ser leídos que los grandes; descriptiva, por deformación profesional, en vista de que en el tipo de trabajo científico que yo hago la descripción de los hechos es más importante que su expresión matemática. Pero ahora que ya hemos completado la relación histórica, todavía nos falta su interpretación. No quiero decir que en el oficio de historiar sea posible describir sin interpretar; de hecho, estoy convencido de que la descripción, en todos los oficios que la practican, nunca está libre de interpretación. Pero también estoy convencido de que en esta vida todo es asunto de matices, de claroscuros y entresolados, de combinaciones más que de contrastes, y que asomarnos al mismo paisaje desde diferentes sitios no sólo enriquece nuestra experiencia sino que también aumenta la belleza del panorama que contemplamos.

En el texto que sigue voy a examinar las siguientes tres preguntas: 1) ¿cuál ha sido la evolución de las ideas sobre el método científico a través de la historia?; 2) ¿cuál es la ontología contemporánea del método científico?; y 3) ¿para qué le sirve al científico la filosofía de la ciencia? Nótese que he dicho que voy a examinar, no a responder, las tres preguntas mencionadas. En otras palabras, primero voy a intentar resumir las principales corrientes de pensamiento sobre el método científico que pueden identificarse a lo largo de los 25 siglos que hemos repasado en las páginas anteriores, para lo que me veré obligado a adoptar una actitud no muy lejana a la de Procasto; después, voy a poner bajo el microscopio más moderno a esa entidad casi platónica, que ha sido nuestra preocupación central y que se identifica como *el método científico*, señalando los aspectos esenciales en los que debe reforzarse o redefinirse; finalmente voy a mirar de manera "fría y calculadora" a la filosofía de la ciencia en relación con la calidad de la investigación científica y voy a preguntarme *en serio si* el conocimiento a fondo de la filosofía de la ciencia ha aumentado la calidad o la productividad de los científicos que la hemos cultivado. Lo que debe quedar claro es que no se trata de preguntas formuladas a partir de bases preconcebidas e inalterables, sino de interrogantes genuinas que admiten y hasta se benefician del cuestionamiento continuo de sus premisas. Mi intención es

filosofar, pero no como profesional de esa disciplina (que no soy) sino como científico activo y *amateur* de la filosofía (que si soy); aclaro que el término *amateur* no lo uso en su sentido lato o peyorativo, que implica afición poco seria y conocimiento superficial (*dilettanti*), sino en su sentido exacto o literal, que es el de amoroso o amante.



I X . 2 . E V O L U C I Ó N H I S T Ó R I C A D E L A S I D E A S S O B R E E L M É T O D O C I E N T Í F I C O

Es importante señalar que por "método científico" entiendo la suma de los principios teóricos, de las reglas de conducta y de las operaciones mentales y manuales que usaron en el pasado y hoy siguen usando los hombres de ciencia para generar nuevos conocimientos científicos. Creo que los principales esquemas propuestos sobre este método a través de la historia pueden clasificarse en las siguientes cuatro categorías:

1) *Método inductivo-deductivo*. Para los proponentes de este esquema la ciencia se inicia con observaciones individuales, a partir de las cuales se plantean generalizaciones cuyo contenido rebasa el de los hechos inicialmente observados. Las generalizaciones permiten hacer predicciones cuya confirmación las refuerza y cuyo fracaso las debilita y puede obligar a modificarlas o hasta rechazarlas. El método inductivo-deductivo acepta la existencia de una realidad externa y postula la capacidad del hombre para percibirla a través de sus sentidos y entenderla por medio de su inteligencia. Para muchos partidarios de este esquema, también nos permite explotarla en nuestro beneficio. Pertenecen a este grupo Aristóteles y sus comentaristas medievales, Francis Bacon, Galileo, Newton, Locke, Herschel, Mill, los empiristas, los positivistas lógicos, los operacionistas y los científicos contemporáneos en general.

2) *Método a priori-deductivo*. De acuerdo con este esquema, el conocimiento científico se adquiere por medio de la captura mental de una serie de principios generales, a partir de los cuales se deducen sus instancias particulares, que pueden o no ser demostradas objetivamente. Estos principios generales pueden provenir de Dios o bien poseer una existencia ideal, pero en ambos casos son invariables y eternos. Entre los pensadores que han militado en este grupo se encuentran Pitágoras, Platón, Arquímedes, Descartes, Leibniz, Berkeley, Kant (con reservas) y Eddington, los idealistas y la mayor parte de los racionalistas.

3) *Método hipotético-deductivo*. En este grupo caben todos los científicos y filósofos de la ciencia que han postulado la participación inicial de elementos teóricos o hipótesis en la investigación científica, que anteceden y determinan a las observaciones. De acuerdo con este grupo, la ciencia se inicia con conceptos no derivados de la experiencia del mundo que está "ahí afuera", sino postulados en forma de hipótesis por el investigador,

por medio de su intuición. Además de generar tales conjeturas posibles sobre la realidad, el científico las pone a prueba, o sea que las confronta con la naturaleza por medio de observaciones y/o experimentos. En este esquema del método científico la inducción no desempeña ningún papel; de hecho es evitada conscientemente por muchos de los miembros de este grupo. Aquí se encuentran Hume, Whewell, Kant (con reservas), Popper, Medawar, Eccles y otros (no muchos) científicos y filósofos contemporáneos.

4) *No hay tal método.* Dentro del grupo de pensadores que niegan la existencia de un método científico podemos distinguir dos tendencias: por un lado, están los que afirman que el estudio histórico nunca ha revelado un grupo de reglas teóricas o prácticas seguidas por la mayoría de los investigadores en sus trabajos, sino todo lo contrario; por el otro lado, se encuentran los que señalan que si bien en el pasado pudo haber habido un método científico, su ausencia actual se debe al crecimiento progresivo y a la variedad de las ciencias, lo que ha determinado que hoy existan no uno sino muchos métodos científicos. El mejor y más sobresaliente miembro de la primera tendencia es Feyerabend, mientras que en la segunda se encuentran varios de los biólogos teóricos, como Ayala, Dobshansky y Mayr, así como algunos de los racionalistas contemporáneos.

En forma igualmente breve, a continuación voy a hacer un análisis crítico de cada uno de los cuatro grupos genéricos de métodos científicos señalados arriba, aunque sólo sea para indicar en forma somera algunas tendencias filosóficas relevantes.

En relación con el *método inductivo-deductivo*, conviene considerar a los tres postulados del inductivismo, que son: 1) la ciencia se inicia con la observación de los hechos; 2) tal observación es confiable y con ella se puede construir el conocimiento científico, y 3) éste se genera por inducción, a partir de los enunciados observacionales. Comentaré en ese orden cada uno de los tres postulados.

1) *La ciencia se inicia con la observación de los hechos.* Para el inductivista es fundamental que la percepción de los fenómenos sea objetiva, es decir, que esté libre de sesgos o parcialidades introducidas por la personalidad, experiencia o intereses del observador. Un corolario de este postulado es que diferentes investigadores colocados en las mismas circunstancias deben hacer las mismas observaciones. Sin embargo en la realidad ninguno de estos dos requerimientos se cumplen, pues no todos vemos lo mismo cuando miramos un objeto, y la capacidad de los sentidos del científico para registrar distintos tipos de fenómenos varía no sólo con su experiencia y educación, sino que depende de manera primaria de sus conceptos e ideas preconcebidas. Pero además, se ha insistido en que la ciencia no se inicia con la observación de los

hechos porque primero debe decidirse cuáles hechos vamos a observar, por qué los vamos a observar y cómo los vamos a observar.

2) *La observación científica es confiable.* Existen tres factores que restringen el otorgamiento de confianza ilimitada a la observación científica: *i)* el nivel (el desarrollo del campo específico al que se pretende incorporar el nuevo conocimiento, que si es muy primitivo garantiza una vida media muy breve a la información reciente, por la sencilla razón de que muy pronto vendrá otra más precisa o diferente a sustituirla; *ii)* la moda científica del momento, un factor muy complejo pero no por eso menos real, que determina (a veces dolosamente) si la observación reportada se incorpora o no al *corpus* aceptado oficialmente por el "colegio invisible" relevante; *iii)* la existencia del fraude científico que, aunque excepcional, socava la confianza ciega en la observación científica. Sin embargo, con las reservas mencionadas, concluyo que la observación científica es confiable dentro de ciertos límites. Pero dada la naturaleza del conocimiento ésta no es una propiedad absoluta, permanente y ni siquiera muy importante. Es cierto que, cuando hablamos o escribimos, los científicos tenemos el interés común de decir "el menor número posible de mentiras por minuto". Pero también tenemos conciencia de que nuestras observaciones no son perfectas y que con mejores métodos seguramente las podremos hacer más precisas.

3) *El problema de la inducción.* En 1748 el filósofo escocés David Hume publicó su libro *An inquiry concerning human understanding (Un examen del entendimiento humano)* en donde demuestra que la creencia de que con base en experiencias previas es posible utilizar el presente para predecir el futuro es lógicamente insostenible. Esta conclusión afectó en forma grave al pensamiento científico, en vista de que tanto la causalidad como la inducción resultan ser operaciones sin fundamento lógico, y ambas son fundamentales para la ciencia. El propio Hume se dio cuenta de que sus ideas iban en contra del sentido común y de creencias intuitivas universales, determinantes de la mayor parte de sus actos y pensamientos cotidianos; sin embargo, aunque lo intentó seriamente, no encontró argumentos en contra de la lógica inexorable de su pensamiento, y lo mismo ha sucedido desde entonces hasta nuestros días con la mayoría de los filósofos que han intentado reivindicar a la inducción como una operación lógicamente legítima.

¿Cuál es la posición actual del *método inductivo-deductivo*? Desde luego, entre el público no profesional de la ciencia, así como entre la gran mayoría de los científicos, la idea más generalizada de cómo se hace la ciencia es la siguiente: existe un mundo exterior histórico y real, cuyo conocimiento es el objetivo de la investigación científica; los hombres de ciencia invierten su tiempo

en la observación cuidadosa de ese mundo, anotando absolutamente todo lo que registran con sus sentidos. Poco a poco, de este noble esfuerzo irán surgiendo los principios generales que explican los hechos registrados y que además nos permitirán predecir gran parte de la majestuosa totalidad de la naturaleza. En cambio, para la mayor parte de los filósofos y para unos cuantos hombres de ciencia (ciertamente, de muy alto nivel), la objeción de Hume es válida e impide aceptar a la inducción como parte del método científico. Recientemente Harold Himsworth, un médico inglés con antiguo, sólido y bien ganado prestigio como profesor e investigador biomédico, publicó un librito (apenas tiene 99 breves páginas) con el título *Conocimiento científico y pensamiento filosófico (Scientific Knowledge and Philosophic Thought)*, en el que se pregunta si las proposiciones con estructura lógica impecable son necesariamente válidas, aun cuando contradigan a la experiencia derivada directamente de la realidad.

Himsworth acepta que en su rechazo de la inducción, la lógica de Hume es irrefutable, pero se pregunta si la solución al problema no estará más bien en las premisas del planteamiento. Cuando Hume considera que el curso de la naturaleza puede cambiar, sólo está tomando en cuenta una de las dos alternativas posibles; la otra es que el curso de la naturaleza no cambie. Himsworth señala:

Por lo tanto, según empecemos por la proposición de que el curso de la naturaleza puede cambiar, o por la proposición de que puede no cambiar, la lógica nos llevará inexorablemente a conclusiones diametralmente opuestas. Si optamos por la primera de estas proposiciones nos veremos obligados, como Hume, a concluir que es imposible razonar del pasado al presente y que nuestra creencia en la causalidad está equivocada. En cambio, si optamos por la segunda proposición, nos veremos inclinados con la misma fuerza a concluir que sí es posible razonar de esa manera y que nuestra creencia en causa y efecto está completamente justificada. Según la proposición de que se trata, ambas conclusiones son igualmente lógicas. Por lo tanto, es imposible decidir entre ellas en esa base.

El criterio que Himsworth propone para decidir si la naturaleza es o no regular no es lógico sino experimental; después de señalar que cualquier alteración en el curso regular de la naturaleza sería un hecho observable, cita el ejemplo siguiente:

Si arrojo una piedra al aire espero, con base en experiencias previas, que tarde o temprano, caiga al suelo. Sin embargo, si la fuerza de la gravedad se suspendiera, la piedra no caería sino que continuaría su viaje hacia el espacio exterior... Sin embargo, esto da una imagen totalmente inadecuada de lo que pasaría si cesara la fuerza gravitacional. El efecto no se

limitaría a ninguna clase particular de objetos. Todo lo que tiene peso se vería afectado; por ejemplo, este planeta ya no sería capaz de retener su atmósfera. Como resultado, todos los organismos vivos que dependen del aire para respirar morirían, y no quedaría nadie para experimentar algo. Por lo tanto, el hecho de que hay, haya tales criaturas vivas significa que mientras han existido, la gravedad ha estado operando; además, que mientras continúen existiendo la gravedad no cesará de operar.

El problema de la inducción parece centrarse en la posibilidad de que la regularidad de la naturaleza se suspenda; naturalmente, todos reconocemos la casi infinita variabilidad del mundo exterior, junto con nuestra inmensa versatilidad interior, pero también tenemos conciencia de que tales oscilaciones ocurren dentro de rangos de tolerancia bien definidos. Las violaciones a las leyes naturales no se refieren a la aparición de diferencias cuantitativas o cualitativas dentro del mismo tipo, género o especie, sino a la ocurrencia de un episodio que viola los mandatos aceptables dentro del orden definido. En última instancia, el problema es que puestos ante la alternativa de una posibilidad lógica y su ocurrencia real, Hume le da más peso a la primera mientras que Himsworth se inclina por la segunda. Mi conclusión es que aunque Hume pensó que estaba determinando los límites del conocimiento humano, lo que en realidad demostró fueron las limitaciones del pensamiento abstracto, por más lógico que sea, como instrumento para avanzar el conocimiento de la realidad.

Respecto al *método a priori-deductivo*, en realidad tiene dos vertientes distintas: la platónica o cartesiana y la kantiana. La vertiente cartesiana postula que por medio de la razón es posible establecer los principios más generales que regulan la naturaleza y a partir de ellos deducir a la realidad; en cambio, la vertiente kantiana sostiene que la razón pura es incapaz de alcanzar conocimiento alguno sobre el mundo exterior y que se requiere de la experiencia de nuestros sentidos, pero que esta experiencia sólo la conocemos después de que ha sido elaborada y estructurada por medio de los imperativos categóricos (realmente, *categorías imperativas*). Además, la vertiente kantiana afirma que la verdadera realidad nos está vedada, ya que lo único que percibimos de ella son las sensaciones que estimula en nuestros órganos de los sentidos, si tuviéramos otros órganos sensoriales, capaces de percibir propiedades distintas del mundo exterior, nuestra imagen de la realidad sería muy diferente, pero ella seguiría siendo la misma, y también seguiría siendo inalcanzable. A pesar de que las dos vertientes del *método a priori-deductivo* son tan distintas, ambas postulan que nuestro contacto con el mundo exterior no es directo sino que ocurre a través de estructuras previamente establecidas (o sea, *a priori*), *en el primer caso por la razón pura y en el segundo caso por la razón crítica*.

El destino histórico de estas dos vertientes ha sido interesante; por un lado, el mismo Descartes se dio cuenta de que la deducción de la naturaleza, a partir de sus principios generales *a priori*, no lo llevaba muy lejos y pronto se vio obligado a echar mano de otros elementos empíricos, como el análisis geométrico de problemas ópticos, el uso de analogías, hipótesis y modelos, y hasta la práctica personal de disecciones (transformándose en otro preclaro ejemplo de que para conocer el método científico no hay que prestar atención a lo que los investigadores dicen que hacen, sino a lo que realmente hacen); por el otro lado, gracias a metamorfosis más o menos sutiles, los 12 imperativos categóricos kantianos originales se incorporaron a la psicología del siglo XIX y muchos de ellos sobreviven hasta hoy, protegidos por diferentes disfraces, como las "nociones psicológicas de tiempo y espacio", o los conceptos de causalidad, reciprocidad, posibilidad, existencia y otros.

El *método hipotético-deductivo* postula que el investigador se asoma a la naturaleza bien provisto de ideas acerca de lo que espera encontrar, portando un esquema preliminar (pero no por eso simple) de la realidad; en otras palabras, la ciencia se inicia con problemas, que son el resultado de las discrepancias entre las expectativas del científico y lo que se encuentra en la realidad. La ciencia empieza en el momento en que la estructura hipotéticamente anticipada de un segmento de la naturaleza no corresponde a ella. Pues bien, una de las objeciones más graves al esquema de Popper es que no toma en cuenta que en la confrontación de las hipótesis con los hechos, los responsables de la discordancia no siempre son las teorías: también los hechos pueden estar equivocados. No hay nada en la lógica de la situación que exija que siempre deba ser la hipótesis la rechazada cuando hay discrepancia con la "realidad". Todos los investigadores científicos activos sabemos lo difícil que es estar seguro de que los experimentos, observaciones, analogías o comparaciones con que trabajamos son realmente como parecen ser; existen numerosos ejemplos de rechazos de "hechos" y conservación de la hipótesis que parecía haber sido falseada por ellos. El mismo Popper sugiere que sólo se usen los resultados observacionales que ya han sido repetidos y confirmados por otros investigadores (los llama "enunciados básicos") y que se guarde reserva para los que todavía están en espera de esa confirmación. Pero el argumento le roba su carácter nítido y definitivo al *método hipotético-deductivo*, pues resulta que las hipótesis no se pueden falsear en forma clara y concluyente porque las pruebas a las que se someten tampoco arrojan resultados absolutos y completamente confiables, sino más bien probables y perfectibles.

Otra objeción al *método hipotético-deductivo* es histórica. Si los científicos se hubieran atenido rigurosamente al falsacionismo, muchas de las teorías más sólidas de la ciencia nunca hubieran

podido alcanzar su desarrollo actual; en efecto, habían sido rechazadas cuando se propusieron pues fueron confrontadas con distintos "hechos" que las contradecían o falseaban. Sin embargo, esas teorías siguieron en boga, crecieron y poco a poco superaron a los "hechos" contradictorios, una vez que se demostró que eran equivocados o producto de las limitaciones técnicas de su tiempo.

Otro de los principios centrales en el *método hipotético-deductivo* es que no existen las observaciones puras, o sea aquellas que se hacen en ausencia de algún tipo de esquema o hipótesis preconcebido. Pero si esto es así, entonces las hipótesis deben surgir de manera independiente de las observaciones. Para llegar a esta conclusión Popper se pregunta, "¿qué es primero, la hipótesis o la observación?", lo que inmediatamente recuerda la otra pregunta, "¿qué es primero, la gallina o el huevo?" Como Popper responde esta segunda interrogación diciendo, "un tipo anterior o primitivo de huevo", la respuesta a su primera pregunta es, naturalmente, "un tipo anterior o primitivo de hipótesis". Pero esto lo coloca de inmediato en algo que en lógica se conoce como regresión infinita, porque cada hipótesis irá precedida por otra anterior, y así sucesivamente. Para escapar de esta trampa Popper postula que el *H. sapiens* posee genéticamente una serie de expectativas *a priori* (o sea, anteriores a cualquier experiencia) que le hacen esperar regularidades o que le crean la necesidad de buscarlas. Pero los científicos activos sabemos muy bien que no todas las observaciones van precedidas de hipótesis, sino que a veces surgen hechos sorprendidos o fortuitos, o resultados totalmente inesperados, para los que entonces es necesario construir una hipótesis. Incluso los científicos hemos adoptado un nombre específico para designar este tipo de episodio, "serendipia", que significa "capacidad de hacer descubrimientos por accidente y sagacidad, cuando se está buscando otra cosa". Himsforth se refiere al papel de estos episodios en la investigación como sigue:

Por lo tanto, debemos reconocer que, en la vida real, las observaciones van desde las que son totalmente inesperadas hasta las que están completamente de acuerdo con las expectativas Sin embargo, la mayoría caen entre esos dos extremos En otras palabras, la observación excepcional es la que no contiene elementos inesperados y, por lo tanto, no buscados. De hecho si las cosas no fueran así, no tendría sentido hacer investigación.

Finalmente, recordemos que Popper acepta el juicio de Hume y rechaza cualquier proceso inductivo en la ciencia, o sea que no se puede citar el resultado de un experimento como prueba favorable a una hipótesis determinada. Si tal resultado fue predicho a partir de la hipótesis, lo único que puede decirse es que no ha sido refutada. No es válido sugerir que el resultado apoya o refuerza a

la hipótesis porque sería un pensamiento inductivo. Muchos de los científicos que han aceptado las ideas de Popper realmente no lo han tomado en serio y mientras ostensiblemente aplauden el esquema hipotético-deductivo continúan actuando subrepticamente dentro del concepto inductivo-deductivo clásico. Sin embargo, si se enfrentaran a algunas de las premisas claves del pensamiento popperiano, como que no existen criterios para determinar la verdad de cualquier teoría, que las observaciones (los llamados "hechos") son irrelevantes como criterios de verdad, y que además son inútiles para inferir o construir teorías y que sólo sirven para falsificarlas, quizá reconsiderarían su afiliación popperiana.

La postura *anarquista* en relación con el método científico incluye a los que niegan que tal método haya existido en otros tiempos o existe actualmente pero va más allá, al predicar que además está bien que así sea, pues de otra manera introduciría restricciones perniciosas en la práctica de la ciencia. Como ya mencionamos, los argumentos de Feyerabend son de dos tipos, históricos y de exhortación moral. En relación con los primeros, Feyerabend usa ejemplos de descubrimientos realizados en física y astronomía en los que no parece reconocerse método alguno, sino todo lo contrario incluyendo maniobras como supresión de datos opuestos a las hipótesis favoritas trucos propagandísticos, apelación emocional, etc.; pero generalizar a partir de esos ejemplos, como él lo hace, a todas las ciencias de todos los tiempos, parece peligroso no sólo porque se trata de una inducción sino porque es utilizar un método científico para demoler la existencia del método científico. Es seguro que si Feyerabend fuera experto no en la historia de los trabajos científicos de Galileo sino en los de Claude Bernard y los fisiólogos de su tiempo, su opinión sobre la realidad del método científico sería diferente. Feyerabend también señala que las dos reglas usadas por los filósofos de la ciencia, la "condición de consistencia" y el "principio de autonomía", pueden ser sustituidas por las reglas opuestas que, a pesar de ser igualmente plausibles, llevan a resultados contrarios. La condición de consistencia exige que "las nuevas hipótesis estén de acuerdo con las teorías aceptadas", mientras que el principio de autonomía postula que "los hechos pertenecientes al contenido empírico de alguna teoría son accesibles al margen de que se consideren o no otras teorías alternativas". Pero la condición de consistencia enunciada por Feyerabend simplemente no es la utilizada por la mayor parte de los filósofos de la ciencia; por ejemplo, Newton-Smith la enuncia como sigue:

En igualdad de circunstancias, las nuevas teorías deberán estar de acuerdo con los aspectos observacionales comprobados de las teorías aceptables y aceptadas actualmente.

Además, la regla opuesta que propone Feyerabend es la de la proliferación de las teorías, especialmente aquellas incompatibles con las aceptadas corrientemente, que aunque tiene algo a su favor ("La variedad de opinión es necesaria para el conocimiento objetivo") llevaría muy pronto el caos si cada quien estuviera inventando continuamente teorías sobre un mismo tema.

Naturalmente, lo anterior no pretende resumir la evolución de todas las ideas sobre el método científico a través de la historia, sino sólo señalar algunas críticas surgidas en contra de las principales tendencias genéricas, que agrupan a los diferentes conceptos revisados en los capítulos previos. Los filósofos de la ciencia profesionales, junto con unos cuantos científicos interesados seriamente en los aspectos filosóficos de su profesión, saben muy bien que he dejado mucho sin mencionar, pero creo que estarán de acuerdo en que todo lo incluido corresponde en forma razonable a la realidad.



I X . 3 . ¿ C U Á L E S L A O N T O L O G Í A C O N T E M P O R Á N E A D E L M É T O D O C I E N T Í F I C O ?

Voy a iniciar esta parte del capítulo señalando que existe un grupo de científicos que piensa que si bien en otros tiempos era posible hablar de un método científico, debido al gran desarrollo de las ciencias físicas en comparación con las otras ciencias naturales, actualmente el campo total de la ciencia es tan complejo y heterogéneo que ya no es posible identificar a un método que sea común a todas ellas. En la actualidad ya sabemos que no todos los fenómenos naturales son reducibles a expresiones matemáticas, que no todos los hechos que constituyen la realidad son analizables experimentalmente, que no todas las hipótesis válidas pueden confrontarse con la realidad a la que se refieren, que al determinismo y mecanicismo que prevalecieron en la física y la astronomía de los siglos XVI a XIX deben agregarse ahora los procesos estocásticos, la pluralidad de causas, la organización jerárquica de gran parte de la naturaleza, la emergencia de propiedades no anticipables en sistemas complejos, y otros aspectos más derivados no sólo de las ciencias biológicas sino también de las sociales, como la economía, la política y la historia.

Mientras los filósofos consideraron a la física y a la astronomía de los siglos XVII a XIX como los paradigmas de la ciencia, las discusiones sobre el método científico giraron alrededor del papel de los conceptos *a priori*, de la matematización del conocimiento científico, del papel crucial de los experimentos y de los criterios para escoger entre diferentes hipótesis o teorías, al expandirse las ciencias naturales gracias al crecimiento de la biología y al desarrollo vigoroso de otras disciplinas relacionadas con el hombre, el panorama de la ciencia ha cambiado radicalmente y requiere una reconsideración total de la filosofía de la ciencia. Naturalmente, es posible definir la ciencia de tal manera que la biología moderna y todas las disciplinas más jóvenes (especialmente las ciencias sociales) queden excluidas, lo que automáticamente nos colocaría de espaldas a los avances científicos de los últimos 100 años, cuando Darwin acababa de publicar su revolucionario libro. *El origen de las especies* (aparecido en 1859); a pesar de que los 1 250 ejemplares de la primera edición se vendieron el mismo día de su publicación, y que al año siguiente se realizó el célebre duelo verbal entre Thomas Huxley y el obispo Wilberforce, durante la reunión de la Asociación Británica en Oxford, todavía transcurrieron varias décadas para que se empezara a tener conciencia de la profunda transformación que había ocurrido en las ciencias biológicas. En

ese ambiente decimonónico, la filosofía de la ciencia concentrada en la física y en la astronomía de su tiempo cumplió decorosamente por última vez, con su función. A partir de entonces, en la medida en que se ha quedado en la misma tesitura, ignorando la colosal transformación de las ciencias en los últimos cien años, la filosofía de la ciencia se ha ido apartando de la realidad y se ha ido convirtiendo en lo que tristemente es hoy, en el concepto y la mente de muchos filósofos y de casi todos los científicos activos: una estructura teórica anacrónica y remota, con escasa o ninguna relación con la filosofía y la ciencia contemporáneas.

Yo poseo por lo menos una docena de textos más o menos recientes, escritos por individuos bien intencionados y de muy distintas profesiones, que pretenden describir *el* método científico para diferentes especialidades y para niveles muy variables de escolaridad. El contenido de estos manuales no es uniforme, pero todos coinciden en los tres puntos siguientes: 1) sólo existe *un* método científico, 2) las leyes científicas son universales, y 3) la observación, los experimentos y su análisis matemático son muy importantes. En ninguno de los textos que estoy comentando se mencionan la complejidad y la heterogeneidad de la ciencia contemporánea, el fracaso del reduccionismo del siglo XIX, la naturaleza no cuantitativa (matemática) de muchos de los conceptos principales de las nuevas ciencias humanas, el carácter revolucionario de las recientes ciencias humanísticas, y la creciente irrelevancia de la filosofía de la ciencia para las nuevas generaciones de científicos. Las recomendaciones de los textos mencionados se leen hoy, igual que se leía hace dos o más generaciones, el famoso catecismo del padre Ripalda.

Cuando se revisan los libros clásicos de filosofía de la ciencia y se comparan con los publicados en años más recientes, una de las cosas que llama la atención es el interés que se tenía en el siglo pasado y aún a principios de este siglo en definir a la ciencia. Páginas y páginas se dedicaron a especificar y discutir los criterios que (ajuicio de los autores) permitían distinguir a la actividad científica de otras ocupaciones humanas. En cambio en las últimas dos generaciones de filósofos de la ciencia tal preocupación ha desaparecido y uno puede escudriñar minuciosamente sus textos sin encontrar ni siquiera la mención más somera del problema; cuando más, habrá alguna referencia a los criterios de demarcación de Popper, casi siempre de carácter crítico. Creo que en relación con el método científico nos encontramos en una etapa de transición semejante: durante siglos se ha disputado sobre la naturaleza de el método científico, y no hay duda que tal controversia ha sido muy generosa en la diversidad de resultados producidos. De ahora en adelante seguramente veremos aparecer cada vez más textos y discusiones sobre una variedad de métodos científicos, determinada por la riqueza y diversidad de las ciencias

que se cultivan. Naturalmente, siempre quedará un residuo de filósofos y de científicos aferrados a la visión decimonónica de la ciencia y su filosofía, que seguirán hablando de *el* método científico, de la matematización de la naturaleza y de la reducción última de todas las ciencias a una sola. Como también existen y seguirán existiendo ciudadanos mexicanos que dicen y dirán, que los buenos tiempos fueron los de don Porfirio.



I X . 4 . ¿ P A R A Q U É L E S I R V E A L C I E N T Í F I C O L A F I L O S O F Í A D E L A C I E N C I A ?

En octubre de 1987 dos científicos ingleses publicaron en la revista *Nature* un artículo titulado, "En dónde se ha equivocado la ciencia", que contiene una indignada protesta en contra de los filósofos y científicos que durante este siglo han estado propagando ideas como la incapacidad de la inducción para generar conocimiento, la impotencia de las observaciones para verificar o reforzar hipótesis, las virtudes de la falseabilidad, el relativismo de la verdad científica, el anarquismo en la metodología de la ciencia, y otras más mencionadas en este libro. Después de dolerse de que pocas universidades incluyen cursos obligatorios de metodología de la ciencia entre los créditos que deben cumplir los estudiantes de carreras científicas, y que en aquellas pocas que lo hacen, muchos profesores están tratando de sabotear el método científico, los autores describen el resultado como sigue:

El infeliz estudiante se ve inevitablemente forzado a echar mano de sus propios recursos para recoger al azar y por casualidad, de aquí o de allá, fragmentos desorganizados del método científico, así como fragmentos de métodos no científicos. Y cuando el estudiante se convierta en un investigador profesional, como no posee la educación y la instrucción necesarias, caminará torpemente en la oscuridad, siguiendo caminos costosos y cerrados y echando mano de cosas tan desconfiables como adivinanzas al azar, conjeturas arbitrarias, corazonadas subjetivas, intuición accidental, suerte pura, accidentes afortunados, pruebas no planeadas e invariablemente erróneas. ¿Puede ser ésta una metodología adecuada para hacer nuevos descubrimientos y lograr aplicaciones benéficas? Desde luego que no, pero ésta es toda la metodología que los exponentes de las antítesis recomiendan a los investigadores profesionales.

La opinión de estos autores es que el conocimiento de la filosofía de la ciencia, y en especial del método científico, resulta benéfico para los investigadores, en vista de que se encuentran más capacitados para hacer "nuevos descubrimientos y lograr aplicaciones benéficas". En cambio, Rosenblueth reconoce que:

Aunque parezca paradójico, la mayoría de las personas que se dedican a la investigación científica y que contribuyen al desarrollo y progreso de la disciplina que cultivan, no

podrían formular con precisión su concepto de lo que es la ciencia, ni fijar los propósitos que persiguen, ni detallar los métodos que emplean en sus estudios, ni justificar estos métodos.



El artículo de protesta en contra de la filosofía de la ciencia contemporánea, publicado por T. Theoharis y M. Psimopoulos: "Where Science has Gone Wrong", en *Nature* 329: 595-598, 1987.

En principio, parecería que estas dos posiciones, la representada por los científicos ingleses y la mencionada por Rosenblueth, son radicalmente opuestas. Pero la verdad es que mientras los ingleses postulan que si los científicos conocieran la filosofía de su ocupación profesional serían mejores investigadores, Rosenblueth señala el hecho histórico de que muchos hombres de ciencia que ignoran esa filosofía han contribuido "al desarrollo y progreso de la disciplina que cultivan"; en otras palabras, mientras los ingleses hacen una hipótesis, Rosenblueth señala un hecho real. Podría demostrarse que las dos opiniones son correctas si se encontrara que los buenos investigadores que ignoran la filosofía de la ciencia se hacen todavía mejores cuando la conocen. El experimento no es fácil de hacer, pero su planteamiento permite subrayar la diferencia entre la proposición de los ingleses y la aseveración de Rosenblueth.

En páginas anteriores hemos mencionado que desde un punto de vista histórico la "filosofía natural" empezó a disociarse en ciencia y filosofía durante la revolución científica del siglo XVI, que la separación fue cada vez más profunda en los cuatro siglos siguientes, al grado que en la actualidad se trata de dos disciplinas tan alejadas que no sólo hablan idiomas diferentes sino que en

ambos círculos se consideran mutuamente excluyentes. Por lo menos entre los científicos, el estudio serio de la filosofía de la ciencia se ve como una extravagancia diletantista, cuando no como una simple pérdida de tiempo y esfuerzo; me imagino que, como pertenecen a la misma especie animal, entre los filósofos debe existir una opinión semejante pero inversa. Seguramente que parte de la explicación es que las dos ramas del que hacer y del pensamiento han crecido y se han desarrollado de tal manera que ya desde hace tiempo resulta imposible cultivarlas ambas con igual profundidad profesional. Pero otra parte de la explicación (hablo como científico) es que la filosofía de la ciencia no ha sabido distinguir entre dos posibles estructuras: la descriptiva y la prescriptiva. Muchos filósofos han intentado (y siguen intentando) describir la estructura de la ciencia y de los métodos que siguen los científicos para trabajar en ella, con mayor o menor felicidad en sus resultados. Pero otros filósofos han erigido estructuras que pretenden prescribir la naturaleza que debería tener la ciencia y la forma como deberían pensar y actuar los científicos para que sus esfuerzos tuvieran validez. Además, no es raro que, con el paso del tiempo, algunos de los filósofos del primer grupo se transformen en ejemplares del segundo grupo. La reacción de los científicos ante tal postura ha sido expresada por Rosenblueth como sigue:

Hay otra serie de asertos acerca de lo que es la ciencia, que conviene subrayar y criticar. Son los que han hecho algunos filósofos. En este caso, tales personas conocen generalmente los principios de la crítica de los conceptos, sus aseveraciones son lógicas y, a menudo, hasta retóricas. El filósofo, sin embargo, frecuentemente no conoce la ciencia, porque nunca ha sido hombre de ciencia, ni ha pasado por el largo aprendizaje indispensable para la formación del hombre de ciencia. Sus juicios son, a menudo, falsos e incompletos.

Por ejemplo, de los filósofos de la ciencia de este siglo cuyas ideas revisamos, Kuhn y Lakatos son fundamentalmente descriptivos, el primero de los mecanismos de las revoluciones científicas y el segundo de la estructura de los programas de investigación. En cambio, Popper y Feyerabend empiezan tratando de describir a la ciencia y terminan diciéndonos cómo debemos trabajar para hacer buena ciencia, el primero recomendando el *método hipotético-deductivo* y el segundo el anarquismo metodológico. De estos cuatro filósofos, sólo Kuhn inició su carrera como físico, pero al poco tiempo la cambió por la de historiador de la ciencia y posteriormente se convirtió a la filosofía, aunque sin dejar de seguir teniendo su interés principal en la historia; los otros tres siempre han sido sólo filósofos. En mi opinión, Kuhn ha documentado de manera adecuada algunos episodios en la física y en la astronomía de los siglos XVI y XVII. que corresponden a su descripción de revolución científica, y esto ha sido extendido por

otros historiadores como Cohen a otras disciplinas y a obras épocas, aunque para las ciencias biológicas los datos no son tan claros o de plano no concuerdan con su esquema; sin embargo, la contribución más importante de Kuhn es su demostración de que para hacer filosofía de la ciencia, la historia debe usarse como algo más que una fuente de ejemplos. La compleja arquitectura de los programas de investigación de Lakatos probablemente corresponde a algunos episodios de la física, pero en realidad es muy difícil acomodar en la mencionada estructura a las investigaciones que se llevan a cabo en otras ciencias, especialmente las de crecimiento más reciente. En el caso del *método hipotéticodeductivo* de Popper, a lo mencionado antes sólo me resta agregar que (a pesar de que algunos grandes científicos se han declarado a su favor) realmente no conozco ningún investigador que diseñe sus experimentos para intentar demostrar que sus hipótesis son falsas, sino todo lo contrario; además, tampoco conozco a nadie en el campo de la ciencia que no use el pensamiento inductivo, o sea que no generalice a partir de instancias individuales. Popper ha dicho que su filosofía señala no cómo se hace la ciencia sino cómo debería hacerse, pero a pesar de la congruencia de sus argumentos los científicos hemos seguido trabajando como lo hemos hecho siempre. Finalmente, el anarquismo de Feyerabend tiene dos aspectos: uno, caracterizado por sus opiniones más extremas, como cuando declara que la "ciencia es un cuento de hadas" y que se le debería conceder la misma atención a otras formas de conocimiento como "la astrología, la acupuntura y la hechicería", o cuando pone a la ciencia a la par con "la religión, la prostitución y otras cosas"; este aspecto, como el mismo Feyerabend señala, no debe tomarse en serio. El otro aspecto es el que proclama que la única regla de metodología científica que no interfiere con el libre desarrollo de la investigación es "todo se vale" y ya hemos comentado que, con ciertas restricciones, tal libertad de acción está mucho más cerca de la realidad en la ciencia de nuestros días que la adherencia a un solo método rígido e inflexible.

Pero si los científicos de hoy hemos empezado a darnos cuenta de que los esquemas propuestos por muchos filósofos de la ciencia contemporáneos son realmente camisetas de fuerza conceptuales heredadas del siglo XIX, y que es necesaria una reconstrucción de la filosofía de nuestras actividades profesionales que considere no sólo la historia sino toda la inmensa extensión y complejidad de las ciencias modernas, también conviene que nos demos cuenta del surgimiento de una nueva forma de estudiar y de caracterizar a la ciencia, que es a través de la sociología del conocimiento. Aunque con antecesores tan importantes como Marx, Nietzsche, Scheler y Freud, probablemente fue Karl Mannheim (1893-1947) la figura inicial en el movimiento desarrollado alrededor de la idea de que el conocimiento surge en situaciones históricas y sociales concretas, a las que necesariamente refleja. Para Mannheim la epistemología está determinada socialmente, por lo que en sociedades distintas el

conocimiento será diferente, no nada más en la forma en que se expresa sino en su contenido mismo. Este relativismo (que ya se mencionó al hablar de Kuhn) se formó al mismo tiempo que florecía el positivismo lógico, que como ya vimos buscaba establecer el conocimiento científico sobre bases tan sólidas, permanentes e inalterables como la lógica y la experiencia objetiva de los sentidos; la influencia del positivismo se dejó sentir en Mannheim, quien hacía excepción de la lógica y de las matemáticas como las únicas formas del conocimiento que no estaban influidas por la historia y la sociedad, o sea que no estaban determinadas "existencialmente". Pero en épocas más recientes tales excepciones han dejado de aceptarse y los sociólogos de la ciencia consideran que todo el conocimiento está socialmente determinado, que todo lo que se acepta como científicamente establecido depende de las características de la sociedad en donde se genera, y que si tales características cambian (ya sea históricamente, en la misma sociedad, o cuando se comparan distintas sociedades) el conocimiento científico será diferente. En otras palabras, lo que pasa por ser científicamente cierto no depende de su grado de concordancia con la realidad sino de su aceptación como tal por la sociedad; lo que el hombre de ciencia busca no es tanto el conocimiento de la naturaleza sino lo que en el momento histórico y en el grupo social en que le ha tocado vivir se acepta como tal conocimiento.

Naturalmente, este relativismo epistemológico extremo puede aplicarse a la misma tesis de la sociología del conocimiento (o sea, que la postura que caracteriza el conocimiento científico como "nada más" una construcción social es propia de nuestro tiempo y de la sociedad capitalista del hemisferio norte, pero que en otros tiempos y en otros sitios ha habido, hay y seguramente habrá, otras posturas igualmente válidas), con lo que dejaríamos de tomarla muy en serio. Pero no cabe duda que lo que cuenta como conocimiento científico es lo que ha alcanzado consenso en la comunidad de la ciencia, mientras más amplio mejor, después de que ha sido comentado en pasillos y comedores, presentado en seminarios y congresos, y publicado en revistas y libros; en otras palabras, no hay duda que el conocimiento científico posee un componente social, puesto que surge en, y depende de, la sociedad. Pero entre esto y que el contenido de la ciencia sea "nada más" una construcción social, hay gran distancia. Sin embargo, algunos sociólogos de la ciencia no la perciben (probablemente porque sufren de miopía "sociológica") y en sus estudios insisten en manejar el producto de la investigación científica como un "hecho social". Un ejemplo casi paradigmático de esta tendencia es el libro de Latour y Woolgar titulado *La vida en el laboratorio: la construcción social de los hechos científicos*, que apareció en 1979. Este volumen no es el producto de la secreción cerebral de filósofos encerrados en sus bibliotecas, sino el resultado de una investigación realizada por un sociólogo (Woolgar) y un filósofo

(Latour) durante año y medio en un laboratorio de investigación científica del más alto nivel (el Instituto Salk para Estudios Biológicos, en California), mientras se trabajaba en un proyecto cuyos resultados finalmente culminaron en un premio Nobel. Para establecer la relación más íntima y completa entre los autores del libro y los investigadores que estaban siendo estudiados, uno de los autores (Latour) trabajó como técnico de laboratorio mientras realizaba sus estudios sociológicos. Cuando finalmente apareció, el libro escrito por Latour y Woolgar se transformó casi instantáneamente en un clásico de la literatura sociológica. Yo lo adquirí en 1982 sin saber de lo que se trataba, atraído por el título y por la elogiosa descripción de la contraportada, y confieso que después de mi primera lectura me pareció interesante pero controversial, y que marqué algunos párrafos con signos de admiración (que en mi taquigrafía significa aprobación) y otros más con ojo (que quiere decir "cuidado", "dudoso", "falso" o hasta francamente "pernicioso"). Pero no fue sino hasta después de varios años (en 1985) que mi buen amigo Carlos Larralde me hizo llegar el texto de una inteligente y perceptiva revisión suya de la segunda edición de este libro, que regresé a sus páginas y adquirí plena conciencia de su significado más general, histórico y filosófico.

Latour y Woolgar postulan que los productos tangibles de un laboratorio de investigación son sus artículos científicos, repositorios de una serie de *hechos* descubiertos y caracterizados por los investigadores. A continuación, Latour y Woolgar se preguntan de qué manera se generan los *hechos* descritos en las publicaciones mencionadas. Y es a partir de este paso que sus postulados y conclusiones se apartan de lo que los hombres de ciencia estaríamos dispuestos a aceptar como verdadero. Latour y Woolgar construyen una "jerarquía del conocimiento" de cinco niveles, caracterizados de menos a más como sigue:

- 1) Conjeturas y especulaciones más o menos libres, expresadas en privado y ocasionalmente mencionadas al final de algún artículo.
- 2) Sugestiones teóricas, de naturaleza exploratoria, no apoyadas en hechos sino más bien en ideas interesantes para nuevos experimentos.
- 3) Propositiones basadas en proposiciones acerca de otras proposiciones (por ejemplo, "se supone que las proteinasas de la *E. histolytica* son responsables del daño tisular producido por el parásito").
- 4) Hechos incontrovertibles, que todo el mundo acepta, como los que aparecen en los libros de texto.

5) Hechos tan conocidos que ya han rebasado el nivel de la conciencia y por lo tanto casi nunca se mencionan o discuten en el laboratorio.

En su estudio, Latour y Woolgar concluyen que la investigación científica podría caracterizarse como la progresión de las ideas a lo largo de tal "jerarquía del conocimiento". Naturalmente, en esta progresión influirían muchos otros factores, como por ejemplo las difíciles negociaciones acerca del status social, la autoridad y el poder relativo de cada uno de los individuos implicados en el proceso, y otras más; en última instancia (nos dicen Latour y Woolgar) la actividad científica no tiene nada que ver con la naturaleza; más bien es una fiera que pelea para *construir "la realidad"*. Como quiera que se vea, ésta es una conclusión extraordinaria, pero también no deja de tener un elemento de realidad. Desde hace mucho tiempo se ha discutido si lo que realmente hacemos los científicos es descubrir o inventar a la naturaleza. Confieso que tal disyuntiva nunca me ha parecido importante; lo que siempre he considerado fundamental es que nuestros trabajos científicos, tanto teóricos como prácticos, finalmente funcionan *eficientemente* en la naturaleza. Eso es todo lo que la ciencia, a través de toda la historia, ha pretendido ser: una actividad humana dedicada a identificar, definir y resolver problemas de la realidad, problemas de la naturaleza. Como se trata de una actividad del hombre, la ciencia se da exclusivamente dentro del marco que incluye las cosas humanas, con todas sus excelencias y también con todas sus limitaciones. Todavía no puedo decidir si el hecho incontestable de que el conocimiento científico sea en gran parte resultado de la invención humana y del consenso social es parte de la excelencia o de las limitaciones del *H. sapiens*. Pero no tengo la menor duda de que, con toda su importancia, el componente social del conocimiento científico sólo representa una parte de su configuración completa, la otra parte está formada por su capacidad predictiva y por su concordancia con la realidad, o sea por la manera como funciona en diferentes situaciones objetivas.

Como ya dije lo mismo dos veces, creo que debo intentar explicarlo. En contraste con la filosofía, la literatura, la danza, la poesía, la pintura, la música y tantas otras manifestaciones elevadas del espíritu humano, la ciencia comparte con la política, la industria, la ingeniería, el metro y el servicio de telégrafos, una obligación fundamental: la de producir resultados concretos y objetivos, la de *funcionar*. Al margen de su inmenso valor cultural y de su enorme contribución al avance de la civilización, el trabajo científico de Pasteur también sirvió para establecer un método general de preparación de vacunas, por medio de gérmenes de virulencia experimentalmente atenuada. Este método ha funcionado muy bien, ya que siguiendo la idea de Pasteur se han producido vacunas *eficientes* para varias enfermedades infecciosas,

y los resultados benéficos obtenidos no pueden considerarse como una "construcción social", en vista de que las vacunas tienen el mismo efecto en sociedades tan distintas como los grupos *gay* de Nueva York y los indígenas zapotecas de la sierra de Oaxaca. En otras palabras, el conocimiento que surge de la ciencia no está determinado, como postulan Latour y Woolgar, nada más socialmente; su contenido no depende en exclusiva de la estructura y el estilo de la sociedad en la que se desarrolla. Desde tiempo inmemorial, la ciencia también ha dependido, no sólo para definir sus áreas de trabajo sino para enjuiciar sus resultados, de su contacto con la realidad. Ésta ha sido su fuerza, lo que explica su enorme influencia como factor transformador de la sociedad en los últimos cuatro siglos, pero también ha sido su tragedia, porque progresivamente ha ido dejando fuera muchos de los aspectos que más nos inquietan y nos interesan a los miembros de la especie *H. sapiens*.

De todos modos, lo que se debe señalar aquí es que, con toda la importancia que indudablemente tiene el componente social del conocimiento científico, al final de cuentas este conocimiento también debe servir para hacer predicciones verificables en la realidad; es importante que se alcance el máximo consenso entre los expertos, pero es todavía más importante que exista correspondencia entre los postulados científicos y el mundo real.



L E C T U R A S
R E C O M E N D A D A S
L E C T U R A S
R E C O M E N D A D A S

El texto que reúne las ideas que estimularon todo lo que sigue es el de Rosenblueth, A.: *El método científico*, México, CINVESTAV, 1971; CONACYT, 1981. Mis comentarios sobre el doctor Rosenblueth y su contribución a la filosofía de la ciencia aparecen en Pérez Tamayo, R.: *Arturo Rosenblueth y la filosofía de la ciencia*. Mem. El Colegio Nacional 10: 55-87, 1983, y en *Ciencia y Desarrollo*, 9 (54): 85-100, 1984. Una visión telescópica de varios de los temas tratados en estas páginas se encuentra en Pérez Tamayo, R.: *La estructura del pensamiento científico*. Patología 22: 31-50, 1985 (reimpreso en *Ciencia y filosofía: Tres ensayos*. México, Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas, 1984, pp. 23-53). La siguiente es una lista de algunos libros que me han sido útiles en la preparación general para escribir este texto. Algunos de ellos no son recientes, lo que indica la antigüedad de mi afición a estos problemas. La lista ha sido preparada pensando en su utilidad para nuestro tema central, que es *el método científico a través de la historia*.

Ackerman, R.: *The Philosophy of Science: An Introduction*. Nueva York, Pegasus, 1970.

Blake, R. M., Ducasse, C. J., y E. H. Madden, (comps.): *Theories of Scientific Method: The Renaissance Through the Nineteenth Century*. Seattle, University of Washington Press, 1960.

Buchdahl, G.: *Metaphysics and the Philosophy of Science: The Classical Origins: Descartes to Kant*. Oxford, Blackwell, 1969.

Cohen, I. B.: *Revolution in Science*. Cambridge, Harvard University Press, 1985.

Chalmers, A. F.: *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* México, Siglo XXI Editores, 1986 (4a. ed.).

Fowler, D. W.: *The Development of Scientific Method*. Oxford, Pergamon Press, 1962.

Frank, P.: *Modern Science and its Philosophy*. Cambridge, Harvard University Press, 1949.

—: *Philosophy of Science. The Link Between Science and Philosophy*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1957.

Giere, R. N., y R. S. Westfall (comps): *Foundations of Scientific Method: The Nineteenth Century*. Bloomington, Indiana University Press, 1973.

Hacking, I. (comp): *Scientific Revolutions*. Oxford, Oxford University Press, 1981.

—: *Representing and Intevening*. Cambridge, Cambridge University Press, 1983.

Harré, R.: *The Philosophies of Science*. Oxford y Nueva York, Oxford University Press, 1985 (2a. ed.).

Klemke, E. D., R. Hollinger, y A. D. Kline: *Introductory Readings in the Philosophy of Science*. Búfalo, Prometheus Books, 1980.

Losee, J.: *A Historical Introduction to the Philosophy of Science*. Oxford, Oxford University Press, 1980 (2a. ed.).

—: *Philosophy of Science and Historical Enquiry*. Oxford, Clarendon Press, 1987.

Mayr, E.: *The Growth of Biological Thought*. Cambridge, Harvard University Press, 1982.

Medawar, P. B.: *Plato's Republic*, Oxford, Oxford University Press, 1982.

Newton-Smith, W. H.: *The Rationality of Science*. Boston, Londres y Henley, Routledge & Kegan Paul, 1981.

Oldroyd, D.: *The Arch of Knowledge*. Nueva York y Londres, Methuen, 1986.

Richards, S.: *Filosofía y sociología de la ciencia*. México, Siglo XXI Editores, 1987.

Rosenblueth, A.: *Mente y cerebro. Una filosofía de la ciencia*. México, Siglo XXI Editores,

Russell, B.: *A History of Western Philosophy*. Nueva York, Simon and Schuster, 1945.

Stave, D.: *Popper And After: Four Modern Irrationalists*. Oxford, Pergamon Press 1982.

Toulmin, S.: *The Philosophy of Science. An Introduction*. Londres, Hutchinson, 1953.

Westaway, F. W.: *Scientific Method: Its Philosophy and Practice. Its Philosophical Basis and Its Modes of Application*. Londres, Blackie, 1931 (4a. ed.).

CAPÍTULO 1

Un excelente texto general sobre la cultura griega es Jaeger, W.: *Paideia. Los ideales de la cultura griega* México, Fondo de Cultura Económica, 1946 (tres tomos): de especial interés es el Libro Tercero (Tomo II) en donde se habla de Sócrates y de Platón. Otros dos buenos textos generales, pero restringidos a la ciencia, son Farrington, B.: *Greek Science*. Harmondsworth Penguin Books, Ltd., 1961, y Lloyd, G.E.R.: *Early Greek Science: Thales to Aristotle*. Nueva York, W.W. Norton & Co., 1970. Especialmente recomendable por su claridad y lucidez es el ensayo de Cornford, F.M.: "Greek Natural Philosophy and Modern Science", que aparece en el volumen de; mismo autor titulado *The Unwritten Philosophy and Other Essays*. Cambridge, Cambridge University Press, 1967, pp. 81-94. Sobre el pensamiento de Sócrates mi texto favorito es Cornford, F.M.: *Before and After Socrates*. Cambridge, Cambridge University Press, 1960, que en sus 113 pequeñas páginas comprime más sabiduría que muchos otros volúmenes más grandes y pesados. Otro libro de Cornford, F.M.: *Plato's Theory of Knowledge*. Londres, Routledge & Kegan Paul, Ltd., 1970, contiene traducciones originales del griego al inglés del *Teetetes* y de *El sofista*, junto con muy valiosos comentarios. Un volumen muy útil sobre Platón es el de Gómez Robledo, A.: *Platón. Los seis grandes temas de su filosofía*. México, Fondo de Cultura Económica y UNAM, 1986, especialmente el capítulo v, sobre la teoría de las ideas, pp. 120-160. Una excelente discusión crítica sobre la dialéctica es la de Popper, K. R.: "What is dialectic?" en *Conjectures and Refutations*. Nueva York, Basic Books, Inc., Publishers, 1965, pp. 312-335. Pero desde luego, no hay sustituto para la lectura directa de los diálogos del Maestro, de los que el *Menon*, *el Timeo* y *la República* son los más directamente relacionados con el tema de este libro

Sobre Aristóteles hay numerosos textos, pero siempre debe recomendarse el de Düring, I *Aristóteles*. México, UNAM, 1987, como el análisis más completo y exhaustivo de sus ideas para nuestro interés, véanse especialmente *Los analíticos*, pp. 148-180, y *El científico* pp. 181-192. Otro libro general sobre el estagirita es Jaeger, W.: *Aristóteles*. México, Fondo de Cultura Económica, 1946 (traducción de José Gaos), del que el capítulo más relacionado con nuestro tema es el XII, pp. 372-391. Otros cuatro volúmenes recomendables sobre Aristóteles son Ross, W.D.: *Aristotle*. Londres, Methuen, 1923; Randall, J. H. Jr.: *Aristotle*.

Nueva York, Columbia University Press, 1960; Farrington, B.: *Aristotle. Founder of Scientific Philosophy*. Londres, Weidenfeld & Nicolson, 1965; y Lloyd, G.E.R.: *Aristotle. Structure of His Thought*. Cambridge, Cambridge University Press, 1968. Un artículo pertinente a nuestro tema es McKeon, R.: "Aristotle's conception of the development and the nature of scientific method". *J. Hist. Ideas* 8: 3-44, 1947; del mismo autor, también es relevante el artículo "Philosophy and the development of scientific methods". *J. Hist. Ideas* 2 7. 3-22, 1966, en donde trata las relaciones entre la retórica y el método científico.

Para los aristotélicos medievales véase Weinberg, J.R.: *Abstraction. Relation and Induction*. Madison, University of Wisconsin Press, 1965, y Gilbert, N.W.: *Renaissance Concepts of Method*. Nueva York, Columbia University Press, 1960, así como Randall, J.H.: *The School of Padua and the Emergence of modern Science*, Padua, Ateneo, 1961; este mismo autor publicó un estudio preliminar sobre el tema, titulado "The Development of Scientific Method in the School of Padua". *J. Hist. Ideas* 1:177-206, 1940. Sin embargo, las ideas de Randall han sido criticadas por Gilbert, N.W.: "Galileo and the School of Padua". *J. Hist. Phil.* 1: 223-231, 1963, y por Jardine, N.: "Galileo's road to truth and the demonstrative regress". *Stud. Hist. Phil. Sci.* 7. 277-318, 1976. Véase también el artículo de Skuisky, H.: "Paduan Epistemology and the Doctrine of the One Mind". *J. Hist. Phil.* 6: 341-361, 1968. Un breve pero importante resumen de los comentaristas aristotélicos de Padua, con útiles referencias y citas directas de Nifo y de Zabarella, pero con algunas generalizaciones inaceptables ("..los filósofos naturales de la Cristiandad Latina de los siglos 13 y 14 crearon la ciencia experimental característica de los tiempos modernos") es Crombie, A.C.: "The Historical Foundations of the Modern Theory of Experimental Science", en *Robert Grosseteste and the Origins of Experimental Science, 1100-1700*. Oxford, Oxford University Press, 1962, pp. 290-319.

CAPÍTULO II

El examen histórico más completo de las revoluciones científicas es el de Cohen, I. B.: *Revolution in Science*. Cambridge, Harvard University Press, 1985; el concepto fue presentado en su forma original por Butterfield, H.: *Los orígenes de la ciencia moderna*. México CONACYT, 1981, una recopilación muy útil de textos relevantes para este importante episodio histórico es Bullough, V.L.: *The Scientific Revolution*. Nueva York, Holt, Rinehart & Winston, 1970. Naturalmente, debemos a Kuhn, T.S.: *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago The University of Chicago Press, 1962, el estímulo contemporáneo para pensar en las revoluciones históricas como un elemento importante en la filosofía de la ciencia, pero de esto tendremos mucho más que decir en capítulos ulteriores.

Una de las mejores fuentes de información sobre Andrés Vesalio es el hermoso volumen de Sanders, J.B. de C. M., y C. D. O'Malley: *Vesalius. The Illustrations From His Works*. Cleveland y Nueva York, The World Publishing Co., 1950, que contiene una biografía, anotaciones y traducciones, así como todas las ilustraciones anatómicas publicadas por este famoso anatomista. Una biografía más extensa es de O'Malley, C.D.: *Andreas Vesalius of Brussels. 1515-1564*. Berkeley, Los Ángeles, University of California Press, 1964; este mismo autor escribió un resumen biográfico de Vesalio en *Dictionary of Scientific Biography* 14: 3-12, 1976. Un breve pero excelente análisis de la obra y de la contribución de Vesalio al desarrollo de la medicina científica es King, L. S.: *The Growth of Medical Thought*. Chicago, The University of Chicago Press, 1963, pp. 139-151. Otro texto interesante es el de Montagu, M.F.A.: *Vesalius and the galenists*, en Underwood, E. A. (comp.): *Science, Medicine and History*. Londres, Oxford University Press, 1953 (2 vols.), vol. I, pp. 374-399. Hay una traducción del latín al inglés del Prefacio de la *Fabrica* en Farrington, B.: "The Preface of Andreas Vesalius to *De fabrica corporis humanis* 1543". *Proc. Roy. Soc. Med.* 25:1361-1374, 1932.

Una de las fuentes críticas clásicas sobre Galileo es el famoso libro de Koyré, A.: *Etudes Galiléennes*. París, Hermann et Cie., 1939. Por fortuna, muchas de sus ideas iniciales son accesibles en forma más elaborada y en castellano en Koyré, A.: *Estudios de historia del pensamiento científico*. México, Siglo XXI Editores, 1978 (2a. ed.); véanse especialmente pp. 150-260. La biografía científica más autorizada es la de Drake, S.: *Galileo at Work. His Scientific Biography*. Chicago, The University of Chicago Press, 1978, pero yo me he beneficiado también de otros dos volúmenes, que son Santillana, G. de: *The Crime of Galileo*. Chicago, The University of Chicago Press, 1955, y Geymonat, L.: *Galileo Galilei. A biography and inquiry into his philosophy of science*. Nueva York, McGraw-Hill Book Co., 1965, que no sólo es un estudio magnífico sino que además ostenta la doble distinción de haber sido traducido del italiano al inglés por Stillman Drake (quien agrega pertinentes notas) y de incluir como apéndices dos artículos sobre la famosa entrevista de Galileo con el cardenal Bellarmino, uno por el propio Stillman Drake y el otro por Giorgio de Santillana. La compleja personalidad de Galileo surge en la colección de cinco ensayos editada por Golino, C.L.: *Galileo Reappraised*. Berkeley y Los Ángeles, University of California Press, 1966. Un resumen analítico del conflicto entre Galileo y la Iglesia católica está en Pérez Tamayo, R.: "Ciencia y Religión", en el libro *Serendipia. Ensayos sobre ciencia, medicina y otros sueños*. México, Siglo XXI Editores, 1980, pp. 30-55. Dos artículos que relatan la reproducción de experimentos hechos por Galileo y que fueron ridiculizados por Koyré son Settle, T.B.: "An experiment in the history of science". *Science* 133: 19-23, 1961, y MacLachlan, J.:

"A test of an 'imaginary' experiment of Galileo's". *Isis* 64: 374-379, 1973. Un estudio crítico de la ciencia y la filosofía de Galileo es Shapere, D.: *Galileo, A Philosophical Study*. Chicago, The University of Chicago Press, 1974. Las relaciones entre Galileo y Platón son tratadas en Girill, T. R.: "Galileo and Platonistic methodology". *J. Hist. Ideas* 31: 501-520, 1970, y entre Galileo y sus predecesores aristotélicos en Padua, en el excelente artículo de Wallace, W. A.: "Galileo and the Paduan aristotelians". *J. Hist. Ideas* 69. 133-149, 1988, que no sólo contiene un análisis crítico de las ideas de Randall sino que incluye el texto completo en latín de Galileo sobre el *regressus*.

El relato clásico del descubrimiento de la circulación de la sangre por Harvey es el de Singer, C.: *The Discovery of the Circulation of the Blood*. Londres, Wm. Dawson & Sons., Ltd., 1956 (originalmente publicado en 1922), que en breves 80 páginas describe magistralmente la historia y el contexto en que ocurrió este episodio crucial para la evolución de la ciencia. Otros relatos se encuentran en Izquierdo, J.J.: "Harvey, iniciador del método experimental". México, *Ciencia*, 1936, que incluye una traducción original al castellano del *Mota Cordis* (hay una reimpresión como Harvey, W.: *Del movimiento del corazón y de la sangre de los animales*. [Introducción y traducción de J. J. Izquierdo]. México, UNAM, 1965); en Cohen, I.B.: *Revolution in Science*. Cambridge, Harvard University Press, 1985, pp. 187-194; y en Pérez Tamayo, R.: *El concepto de enfermedad. Su evolución histórica*. México, Fondo de Cultura Económica (1989). Desde luego, no hay sustituto para leer directamente el breve librito de Harvey, lo que puede hacerse en la mencionada traducción de Izquierdo; sin embargo, los lectores no médicos se sentirán menos incómodos consultando textos dirigidos a ellos y no a especialistas, como los de King, L. S.: *The Growth of Medical Thought*. Chicago, The University of Chicago Press, 1963, pp. 151-159, y de Davis, A.: "Some Implications of the Circulation Theory for Disease Theory and Treatment in the Seventeenth Century". *J. Hist. Med. All. Sci.* 26: 28-39, 1971.

La literatura sobre Newton es inmensa. El mejor relato biográfico que yo conozco es el libro de Westfall, R. S.: *Never at Rest. A Biography of Isaac Newton*. Cambridge, Cambridge University Press, 1980. Para el análisis del impacto de las ideas de Newton en la ciencia de su tiempo véanse las monografías de Bell, A.E.: *Newtonian Science*. Londres, Edward Arnold (Editores) Ltd., 1961, y de Cohen, I.B.: *The Newtonian Revolution. With Illustrations of the Transformation of Scientific Ideas*. Cambridge, Cambridge University Press, 1980. La influencia del teísmo en los trabajos de Newton, la atmósfera intelectual y religiosa de su tiempo, la tradición del "argumento del diseño", el impacto de la crítica de Hume en las ideas newtonianas, y muchas otras cosas más, en el libro de Hurlbutt, R.H., III: *Hume, Newton, and the*

Design Argument. Lincoln, University of Nebraska Press, 1965. Sobre las diferencias filosóficas entre Newton y Leibniz, véanse los artículos de Hall, A. R., y M. B. Hall: "Clarke and Newton". *Isis* 52: 583-585, 1961, y de Perí, M.R.: "Physics and Metaphysics in Newton, Leibniz and Clarke". *J. Hist. Ideas* 30: 507-526, 1969. Un espléndido resumen del significado de la revolución newtoniana se encuentra en Cohen, I.B.: *Revolution in Science*. Cambridge, Harvard University Press, 1985, pp. 161-175.

La principal fuente de información sobre las ideas de Hooke acerca del método científico es un artículo de Oldroyd, D.R.: "Robert Hooke's methodology of science as exemplified in his 'Discourse of Earthquakes'." *Brit. J. Hist. Sci* 6: 109-130, 1972. Hay otros datos en Hesse, M.B.: "Hooke's Philosophical Algebra". *Isis* 57: 67-83, 1966. Pero para los científicos del área biológica Hooke es conocido por su famoso libro *Micrographia: or some Physiological Descriptions of Minute Bodies made by Magnifying Glasses, with Observations and Inquiries Thereupon*, publicado en 1645 (yo he usado la reimpresión facsimilar de la primera edición, publicada en Nueva York por Dover Publications, Inc., en 1961), en donde por primera vez aparece la descripción (p. 112) y el retrato (frente a p. 115) de la célula, junto con muchas otras observaciones microscópicas curiosas, reveladoras del carácter inquisitivo no sólo de Hooke sino de su tiempo.

La filosofía de Leibniz ha sido y sigue siendo extensamente citada, pero casi siempre a partir de fuentes secundarias. La colección más completa que conozco de las obras de Leibniz es la de Loemker, L. E. (comp.): *Gottfried Wilhelm Leibniz: Philosophical Papers and Letters*. Dordrecht, Reidel, 1969 (2 vols.); otra colección más breve pero más reciente es de Niall, R., D. Martin, y S. Brown (comps. y trads.): *C. W. Leibniz. Discourse of Metaphysics and Related Writings*. Manchester, Manchester University Press, 1988; otra buena pero más antigua colección es de Latta, R. (comp.): *Leibniz: The Monadology and Other Philosophical Writings*. Oxford, Oxford University Press, 1898. La controversia de Leibniz con Newton se trata en Hall, A. R.: *Filosophers at War. The Quarrel Between Newton and Leibniz*. Cambridge, Cambridge University Press, 1980; el mismo tema en Alexander, H. G. (comp.): *The Leibniz-Clarke Correspondence Together With Extracts from Newton's Principia and Opticks*. Manchester, Manchester University Press, 1956, que además contiene citas copiosas de la correspondencia entre esos dos personajes (Clarke era el representante y vocero de Newton). Un examen de las contribuciones de Leibniz a la física y al pensamiento de Einstein se encuentra en Agassi, J.: "Leibniz's Place in the History of Physics". *J. Hist. Ideas* 30: 331-344, 1969. La controversia entre Leibniz y Locke está bien resumida en Wilson, M.D.: "Leibniz and Locke on 'First Truths'." *J. Hist. Ideas* 28: 347-366, 1967. Un buen resumen de la filosofía de Leibniz está en Russell, B.: *A History of*

Western Philosophy. Nueva York, Simon and Schuster, 1945, pp. 581-596.

CAPÍTULO III

Quizá la biografía más elocuentemente elogiosa de Francis Bacon sea la de Eiseley, L.: *The Man Who Saw Through Time*. Nueva York, Charles Scribner's Sons, 1973. Un análisis más sobrio y más extensamente documentado es el de Farrington, B.: *The Philosophy of Francis Bacon: An Essay on its Development from 1603 to 1609, with New Translations of Fundamental Texts*. Liverpool, Liverpool University Press, 1964; otro libro útil es el de Rossi, P.: *Francis Bacon: From Magic to Science*. Chicago, University Press, 1968. Un análisis extenso y muy útil, que presenta un punto de vista distinto al que se ha sostenido tradicionalmente sobre el método científico baconiano es Urbach, P.: *Francis Bacon's Philosophy of Science*. La Salle, Open Court, Illinois, 1987. Un interesante y cuidadoso estudio del lenguaje de Bacon y su influencia en sus propias ideas científicas es Stephens, J.: *Francis Bacon and the Style of Science*. Chicago, The University of Chicago Press, 1975, en donde pp. 36-54, "La deuda con Aristóteles", pp. 55-97, "Ciencia y estilo", son particularmente ilustrativos. Naturalmente, la consulta directa de los escritos de Bacon no tienen sustituto; yo he usado las ediciones del *Novum Organum*, y de *The Advancement of Learning and New Atlantis*, Londres, Oxford University Press, 1960, con prólogos de Thomas Case. Tres de los textos fundamentales, con un excelente estudio introductorio, han sido publicados en castellano en Bacon, F.: *Instauratio Magna, Novum Organum, Nueva Atlántida*. México, Editorial Porrúa, S. A., 1960 (Estudio introductorio y análisis de Francisco Larroyo), Una breve selección traducida al castellano de varios textos de Bacon se encuentra en Hierro, G. (comp.): *Francis Bacon. Escritos pedagógicos*. México, UNAM, 1986. Hay por lo menos otra traducción completa al castellano del *Novum Organum*, Buenos Aires, Editorial Losada, S. A., 1961, y de *La Nueva Atlántida*, México, Editorial Aguilar, 1964, así como de los *Ensayos sobre moral y política*, México, UNAM, 1974. Un resumen adecuado de la filosofía baconiana en Hesse, M.: "Francis Bacon's Philosophy of Science", en Vickers, B. (comp.): *Essential Articles on Francis Bacon*. Hamden, Shoe String Press, 1968 (pp. 114-139). La influencia aristotélica en el método científico propuesto por Bacon se discute en Larson, R. E.: "The aristotelianism of Bacon's *Novum Organum*", *J Hist. Ideas* 23: 435-450, 1962.

Las obras de Descartes son fácilmente accesibles en varios idiomas. Yo he usado el volumen Descartes, R.: *Discurso del método y meditaciones metafísicas*. México, Espasa-Calpe Argentina, S. A., 1943 (Traducción, prólogo y notas de Manuel G. Morente). Estas mismas dos obras, más *Reglas para la conducción del espíritu y principios de filosofía*. México, Editorial Porrúa, S.

A., 1960 (Estudio introductorio, análisis de las obras y notas al texto de Francisco Larroyo). De especial interés para las ideas de Descartes sobre el método científico son los libros de Clarke, D.M.: *Descartes' Philosophy of Science*. Manchester, Manchester University Press, 1982, de Sorrell, T.: *Descartes: Reason and Experience*. Milton Keynes, Open University Press, 1982, y de Williams, B.: *Descartes. The Project of Pure Inquiry*. Harmondsworth, Penguin Books, 1978. El artículo sobre Descartes de la *Enciclopedia of Philosophy*. Nueva York, Macmillan Publishing Co. & The Free Press, 1967, vol. 2, pp. 344-354, firmado por Bernard Williams, es particularmente lúcido. El artículo de Buchdahl, G.: "The Relevance of Descartes' Philosophy for Modern Philosophy of Science". *Brit. J. Hist. Sci.* 1: 227-249, 1963, está directamente relacionado con nuestro interés, lo mismo que el libro del mismo autor *Metaphysics and the Philosophy of Science. the Classical Origins. Descartes to Kant*. Oxford, Blackwell, 1969. Un análisis cuidadoso del *cogito ergo sum*. está en Hintikka J.: "Cogito Ergo sum: Inference or Performance?" *Phil. Rev.* 71: 3-32, 1962. Una colección útil de ensayos es Hooker, M. (comp.): *Descartes: Critical and Interpretive Essays*. Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1978. Una visión general sobre la filosofía de Descartes es el libro de Cottingham, J.: *Descartes*, Nueva York, Basil Blackwell, 1986.

De los varios escritos de Locke, el más relacionado con el método científico es su famoso *An Essay Concerning Human Understanding*, del que existen numerosas ediciones. Yo he usado la que aparece en Burt, E. A. (comp.): *The English Philosophers from Bacon to Mill*. Nueva York Random House, Inc., 1939, pp. 238-402, que contiene selecciones del segundo y del cuarto libros. Hay varios libros que discuten las ideas de Locke; los tres más recomendables son Yolton, J. W.: *John Locke and the Compass of Human Understanding. A Selective Commentary of the Essay*. Cambridge, Cambridge University Press, 1970; Woolhouse, R. S.: *Locke's Philosophy of Science and Knowledge- A Consideration of Some Aspects of 'An Essay Concerning Human Understanding'*. Oxford, Blackwell, 1971; Dunn, J.: *Locke*. Oxford, Oxford University Press, 1984. El artículo de Farr, J.: "The Way of Hypothesis: Locke on Method". *J. Hist. Ideas* 48: 51-72, 1987, contiene el "manuscrito" en el que Locke propone un método para escoger entre dos hipótesis; véase también Landan, L.: "The Nature and Sources of Locke's Views on Hypothesis". *J. Hist. Ideas* 28: 211-223, 1967, así como Sole, D.E.: "Locke's Empiricism and the Postulation of Unobservables". *J. Hist. Phil.* 23: 365-386, 1985. Un excelente artículo que examina varios aspectos importantes del empirismo de Locke es Armstrong, R. L.: "Cambridge platonists and Locke on innata ideas". *J. Hist. Ideas* 30: 187-202, 1969. Las relaciones entre la fe y la razón en los escritos de Locke se analizan en Snyder, D. C.: "Faith and Reason in Locke's *Essay*", *J. Hist. Ideas* 47: 197-213, 1986. La influencia mutua de Locke y

Newton se examina en Rogers, G.A.J.: "Lockets *Essay* and Newton's *Principia*." *J. Hist. Ideas* 39: 217-232, 1978.

De todos los escritos de Berkeley, los que nos interesan en relación con el método científico son *Three Dialogues Between Phylas and Philonous*. Indianápolis, Hackett Publishing Co., 1985 (Edición y estudio introductivo de Arthur Fine) y *A Treatise Concerning the Principles of Human Understanding*. Indianápolis, Hackett Publishing Co., 1983 (Edición y estudio introductivo de Arthur Fine). Un examen muy completo de las opiniones de Berkeley sobre filosofía de la ciencia es el de Brook, R. J.: *Berkeley's Philosophy of Science*. La Haya, Nijhoff, 1973. La relación de Berkeley con el positivismo en Popper, K. R.: "A Note on Berkeley as Precursor of Mach". *Brit. J. Phil. Sci.* 4: 26-36, 1953. Sobre la inexistencia del mundo material, ver McKim, R.: "Luce's Account of the Development of Berkeley's Immaterialism" *J. Hist. Ideas* 48: 649-669, 1987. El famoso episodio relacionado con la patada a una piedra por el Dr. "Johnson se escudriña en Patey, D. L.: "Johnson's Refutation of Berkeley: Kicking the Stone Again" *J. Hist. Ideas* 47: 139-145, 1986.

Existen muchas ediciones de las obras de Hume. Yo he usado *An Enquiry Concerning Human Understanding* y *Dialogues Concerning Natural Religion* en la edición de Burtt, E. A. (comp.): *The English Philosophers from Bacon to Mill*. Nueva York, Random House, Inc., 1939 (pp. 585-689 y 690-764, respectivamente). Hay varias traducciones al castellano, una de ellas es Hume, D.: *Tratado de la naturaleza humana. Ensayo para introducir el método del razonamiento humano en los asuntos morales*. México, Editorial Porrúa, 1960 (Estudio introductivo y análisis de la obra por Francisco Larroyo). Textos generales sobre la filosofía de Hume hay muchos, pero yo he usado principalmente los siguientes: Ayer, A.J.: *Hume*. Oxford, Oxford University Press, 1980; Stroud, B.: *Hume*. Londres, Routledge & Kegan Paul 1977 (hay traducción al castellano, México, UNAM, 1986); Stove, D.C.: *Probability and Hume's Inductive Scepticism*. Oxford, Oxford University Press, 1973. Flew, A.: *David Hume: Philosopher of Moral Science*. Nueva York, Basil Blackwell, 1986. La discusión de la filosofía de Hume por Russell, B.: *A History of Western Philosophy*. Nueva York, Simon and Schuster, 1945, pp. 659-674, es breve pero muy lúcida. Las relaciones entre el escepticismo de Hume y la religión se examinan en Russell P.: "Scepticism and natural religion in Hume's *Treatise*". *J. Hist. Ideas* 49: 247-265, 1988. El texto citado del Prof. Harris se encuentra en Harris, H.: "Rationality in Science", en Heath, A. F. (comp.): *Scientific Explanation*. Oxford, Clarendon Press, 1981, pp. 36-52.

El más útil de los textos sobre Kant para los intereses de este libro es el de Brittan, G.G.: *Kant's Theory of Science*. Princeton, Princeton University Press, 1978, pero también debe recomendarse

el de Cassirer, E.: *Kant's Life and Thought*, New Haven, Yale University Press, 1981. Existen ediciones en español de las obras principales de Kant, a saber: *Crítica de la razón pura*, *Fundamentación de la metafísica de las costumbres*, *Crítica de la razón práctica*. *La paz perpetua*, *Prolegómenos a toda metafísica del porvenir*, *Observaciones sobre el sentimiento de lo bello y lo sublime*, y *Crítica del juicio*. México, Librería Porrúa, S. A., varios años (todos con estudio introductorio y análisis de la obra por Francisco Larroyo). Para los que se depriman con la aparente (y casi siempre real) impenetrabilidad del sabio de Königsberg se recomienda el librito de Wilkerson, T. E.: *Kant's, Critique of Pure Reason: A Commentary for Students*. Oxford, Clarendon Press, 1976.

CAPÍTULO IV

La edición que yo he usado del libro de Herschel, J. F. W.: *A Preliminary Discourse on the Study of Natural Philosophy*. Chicago, University of Chicago Press, 1987 (Prólogo de Arthur Fine), es la más reciente reimpresión facsimilar de la edición de 1830, publicada como el volumen I de la *Cabinet Cyclopaedia* de Dionysius Lardner. No creo que exista traducción al castellano; Herschel es uno de los "grandes olvidados" en la filosofía de la ciencia. Véanse los dos artículos siguientes: Ducasse, C. J.: "John F. W. Herschel's Methods of Experimental Inquiry", en Blake, R.M., C.J., Ducasse, y E.H. Madden (comps.): *Theories of Scientific Method. The Renaissance Through the Nineteenth Century*. Seattle, University of Washington Press, 1960, pp. 153-182, y Cannon, W.F.: "John Herschel and the Idea of Science". *J. Hist. Ideas* 22: 215-239, 1961. Las opiniones de Herschel sobre el libro de Mill *On Liberty* se relatan en Ross, S.: "Sir John Herschel's marginal notes on Mill's, *On Liberty*, 1859, *J. Hist. Ideas* 29:123-130, 1968.

Para las supuestas contribuciones al método científico de John Stuart Mill se recomienda consultar directamente su libro *System, of Logic. Raciocinative and Inductive, Being a Connected View of the Principles of Evidence and the Methods of Investigation*. Londres, Longman, 1970, o bien el artículo "Mill's Methods of Induction", en *The Encyclopedia of Philosophy*. Nueva York, Macmillan Publishing Co., and The Free Press, 1972, vol. 5, pp. 324-332, firmado por J. L. Mackie. Un claro análisis de las ideas de Mill relevantes en el método científico se encuentra en Ducasse, C. J.: "John Stuart Mill's *System of Logic*" en Blake, R. M., C. J. Ducasse, y E. H. Madden (comps.): *Theories of Scientific Method: The Renaissance Through the Nineteenth Century*. Seattle, University of Washington Press, 1960, pp. 218-232. Una exposición breve pero precisa sobre el inductivismo de Mill se encuentra en Losee, J.: *A Historical Introduction to the Philosophy of Science*. Londres, Oxford University Press, 1972, pp. 148-158, y

un análisis un poco más detallado de la controversia surgida entre Whewell y Mill puede leerse en Strong, E.W.: "William Whewell and John Stuart Mill: Their Controversy about Scientific Knowledge". *J. Hist. Ideas*: 16: 209-221, 1955; en Walsh, H.T.: "Whewell and Mill on induction". *Phi. Sci.* 29: 279-284, 1962; en Buchdahl, G.: "Inductivist versus deductivist approaches in the philosophy of science as illustrated by some controversias between Whewell and Mill". *The Monist* 55: 343-367, 1971; y en el libro de Oldroyd, D.: *The Arch of Knowledge, An Introductory Study of the History of the Philosophy and Methodology of Science*. Nueva York, Methuen, 1986, pp. 156-164. Un excelente resumen del origen del empirismo de Mill es Randall, J.H., Jr.: "John Stuart Mill and the Working-out of Empiricism". *J. Hist. Ideas* 26: 59-88, 1965.

Los libros de Whewell que nos interesan son *History of the Inductive Sciences, from the Earliest to the Present Times*. Londres, John W. Parker and Sons, 1837, 3 vols. (hay una reimpresión de la 3a. ed. de 1857, en Londres, Frank Cass & Co., 1967); *The Philosophy of the Inductive Sciences*. Londres, John W. Parker and Sons, 1840, 2 vols. (hay una reimpresión facsimilar de la 2a. ed. de 1847, en Nueva York, Johnson Reprint Corp., 1967); *Of Induction, With Special Reference to Mr. J. Stuart Mill's System of Logic*. Londres, John W. Parker and Sons, 1849. Para la tercera edición de *The Philosophy of the Inductive Sciences* se separó en tres libros distintos, a saber: *The History of Scientific Ideas. Being the First Part of the Philosophy of the Inductive Sciences*. Londres, John W. Parker and Sons, 1858; *Novum Organon Renovatum, Being the Second Part of the Philosophy of the Inductive Sciences*. Londres, John W. Parker and Sons, 1858; y *The Philosophy of Discovery. Chapters Historical and Critical, Including the Completion of the Third Edition of the Philosophy of the Inductive Sciences* Londres, John W. Parker and Sons, 1860. Algunos capítulos selectos de éstas y de otras obras de Whewell, incluyendo el texto completo *Of induction* (su controversia con Mill), junto con una útil introducción, se encuentra en Whewell, W.: *Selected Writings on the History of Science* (introducción y edición de Yehuda Elkana) Chicago y Londres, The University of Chicago Press, 1984. Hay un buen resumen de las ideas de Whewell en Butts R. E.: "Whewell's Logic of Induction", en Ciere, R. N. y R.S. Westfall (comps) *Foundations of Scientific Method: The Nineteenth Century*. Bloomington, Indiana University Press 1974, pp. 53-85; véase también el volumen de Butts, R. E. (comp.): *William Whewell's Theory of Scientific Method*. Pittsburgh, University of Pittsburgh Press, 1968 así como el artículo de Ducasse, C.J.: "William Whewell's *Philosophy of Scientific Discovery*" en Blake, R. M., C. J. Ducasse, y E. H. Madden (comps.): *Theories of Scientific Method: the Renaissance through the Nineteenth Century*. Seattle, University of Washington Press, 1960, pp. 183-217. Otros dos artículos que tratan distintos

aspectos de las ideas de Whewell sobre el método científico son Landan, L.: "William Whewell's on the Consilience of Inductions". *The Monist* 55: 368-391, 1971, y Hesse, M.: "Whewell's consilience of inductions and predictions". *The Monist* 55: 520-524, 1971; véase también la respuesta de Landan a Hesse en *The Monist* 55: 525, 1971. El rechazo del darwinismo por Whewell se examina en Rase, M.: "William Whewell and the Argument from Design". *The Monist* 60: 224-268 1977, y el problema filosófico de fondo se analiza en Losee, J.: *Philosophy of Science and Historical Enquiry*. Oxford, Clarendon Press, 1987, pp. 77-91. La controversia entre Whewell y Mill se examina en Strong, E. W.: "William Whewell and John Stuart Mill: Their Controversy about Scientific Knowledge". *J. Hist. Ideas* 16: 209-231, 1956. Uno de los mejores análisis de las ideas de Whewell es el artículo de Rase, M.: "The Scientific Methodology of William Whewell." *Centaurus* 20:227-257, 1975.

CAPÍTULO V

Hay un volumen de textos seleccionados de Comte, A.: *La filosofía positivista*. México, Librería Porrúa, S. A., 1960 (Proemio, estudio introductorio, selección y análisis de los textos de Francisco Larroyo). La edición original es Comte, A.: *Cours de Philosophie Positive*. París, Bachelier, 1830-1842 (6 tomos). Otras selecciones útiles de textos de Comte son Andreski, S., y M. Clarke (comps.): *The Essential Comte: Selected from Cours de Philosophie Positive by Auguste Comte First Published in Paris 1830-1842*. Nueva York, Barnes & Noble, 1947; Ferre, F. (comp.): *Auguste Comte Introduction to Positive Philosophy*. Nueva York, The Bobs-Merril Co., 1970. El artículo sobre Comte en *The Encyclopedia of Philosophy*. Nueva York, Macmillan Publishing Co., Inc., and The Free Press, 1972, vol. 2, pp. 173-177, firmado por Bruce Mazlish, es breve e informativo, lo mismo que Manuel, F. E.: *The Prophets of Paris*. Cambridge, Harvard University Press, 1962, cap. 6. Las ideas sociales de Comte se discuten en Fletcher, R.: *The Crisis of Industrial Civilization: The Early Essays of Auguste Comte*. Londres, Heinemann Education Books, 1974. La influencia del positivismo en México está magistralmente descrita en el libro clásico de Zea, L.: *El positivismo en México: Nacimiento, apogeo y decadencia*. México, Fondo de Cultura Económica, 1943- 1944 y en el resto de Latinoamérica en Arduo, A.: "Assimilation and Transformation of Positivism in Latin America". *J. Hist. Ideas* 24: 515-522, 1963. Los problemas de Comte para alcanzar una posición oficial se resumen en Simon, W.M.: "The 'Two Cultures' in Nineteenth century France: Victor Cousin and Auguste Comte". *J. Hist. Ideas* 26: 45-58, 1965 El movimiento médico conocido como la *École de Paris* se describe en Pérez Tamayo R.: *El concepto de enfermedad. Su evolución a través de la historia*. México, Fondo de Cultura Económica, CONACYT y UNAM, 1989, vol. 2, pp. 63-82.

Los textos originales de Ernst Mach se publicaron en alemán a fines del siglo pasado y no son fáciles de conseguir, por fortuna, ha habido traducciones y ediciones más recientes, entre ellas *Knowledge and Error: Sketches on the Psychology of Enquiry*. Dordrecht y Boston, Reidel 1976; *The Science of Mechanics: A Critical and Historical Account of its Development*. La Salle, Open Court, 1960; *Popular Scientific Lectures*, La Salle, Open Court, 1943; *The Analysis of Sensations and the Relations of the Physical to the Psychical*. Chicago y Londres, Open Court, 1914. Hay una útil colección de estudios sobre Mach en Cohen, R. S., y R. J. Seeger, (comps.): *Ernst Mach: Physicist and Philosopher*. Dordrecht, Reidel, 1970. Dos libros útiles para examinar la contribución de Mach a la filosofía de la ciencia son Bradley, J.: *Mach's Philosophy of Science*. Londres, Athlone Press, 1971, y Blackmore, J. T.: *Ernst Mach: His Work, Life, and Influence*. Berkeley, University of California Press, 1972. En Popper, K. R.: *Conjectures and Refutations*. Nueva York, Basic Books, 1965, el capítulo 6 se titula "A Note on Berkeley as Precursor of Mach and Einstein" (pp, 166-174) y ahí se comparan las filosofías de Berkeley y Mach. Un análisis de la actitud de Mach frente al atomismo en Seaman, F.: "Mach's Rejection of Atomism". *J. Hist. Ideas* 29. 381-393, 1968. Un buen resumen del papel de los *Gedankenexperimenten* es el de Hiebert, E.: "Mach's conception of thought experiments in the natural sciences", en Elkana, Y. (comp.): *The Interaction Between Science and Philosophy*. Atlantic Highlands, Humanities Press, 1974, pp. 339-348.

Las obras completas de Peirce han sido editadas por Harsthorne, C., y P. Weiss (comps.): *Collectec Papers of Charles Sanders Peirce*. Cambridge, Harvard University Press, 1978. Un relato muy completo de su vida y evolución filosófica aparece en Kuklick, B.: *The Rise of American Philosophy. Cambridge, Massachusetts, 1860-1930*. New Haven y Londres, Yale University Press, 1977, pp. 104-126. Hay varios textos en donde se discuten específicamente sus contribuciones al método científico, como Rescher, N.: *Peirce's Philosophy of Science: Critical Studies in his Theory of Induction and Scientific Method*. Notre Dame y Londres, University of Notre Dame Press, 1978; Reilly, F. E.: *Charles Peirce's Theory of Scientific Method*. Nueva York, Fordham University Press, 1970; Sebeock, J. A., y J. Uniker Sebeock: *You Know My Method: A juxtaposition of Charles Peirce & Sherlock Holmes*. Indianapolis, Gaslight Publications, 1979; y Hooksvay, C.: *Peirce*, Londres, Routledge & Kegan Paul 1985. Un examen clásico es el de Ayer, A. J.: *The Origins of Pragmatism: Studies in the Philosophy of Charles Sanders Peirce and William James*. Londres, Macmillan, 1968. Un análisis crítico de las ideas de Peirce sobre inducción es Laudan, L.: *Peirce and the Trivialization of the Self-Correcting Thesis*, en Giere, R. N., y R. S. Westfall (comps.): *Foundations of Scientific Method: The*

Nineteenth Century. Bloomington y Londres, Indiana University Press, 1974, pp. 275-306.

En Poincaré, H.: *Filosofía de la ciencia*. México, UNAM 1964 (reimpreso en 1984) Elí de Gortari incluyó un excelente estudio biográfico del gran matemático, en donde señala: "Sus obras de filosofía científica, *La Ciencia y la hipótesis*, *El valor de la ciencia*, *Ciencia y método*, y *Últimos pensamientos*, han sido editadas muchas veces y traducidas a numerosas lenguas." Las primeras ediciones de esas obras fueron como sigue: *La Science et l'Hypothèse*, París, Flammarion, 1902; *Le Valeur de la Science*, París, Flammarion, 1905; *Science et Méthode* París Flammarion, 1908, *Dernières Pensées*, París, Flammarion, 1913. Un excelente estudio sobre el convencionalismo de Poincaré es Giedymin, J.: *Science and Convention: Essays on Henri Poincaré's Philosophy of Science and the Conventionalist Tradition*. Oxford, Pergamon Press, 1982.

CAPÍTULO VI

Se ha escrito mucho sobre el positivismo o empirismo lógico; yo he usado con provecho la recopilación de Ayer, A. J. (comp.): *Logical Positivism*. Glencoe, Free Press, 1959 (hay traducción al castellano, Ayer, A. J. (ed): *El positivismo lógico*. México, Fondo de Cultura Económica, 1965), así como los capítulos IV ("Wittgenstein, Popper and the Vienna Circle" pp. 108-141) y V ("Wittgenstein, Carnap and Ryle", pp. 142-169) de su libro *Philosophy in the Twentieth Century*. Nueva York, Vintage Books, 1984. Otros textos generales sobre el positivismo lógico son Kolakowski, I.: *The Alienation of Reason: A History of Positivist Thought*. Nueva York, Doubleday Books, Inc., 1968; Hanfling, O.: *Logical Positivism*. Oxford, Blackwell, 1981; Bergman, G.: *The Metaphysics of Logical Positivism*. Westport Greenwood Press, 1978. La historia del Círculo de Viena ha sido relatada por uno de sus miembros en Kraft, V.: *The Vienna Circle: The Origin of Neo-Positivism — A Chapter in the History of Recent Philosophy*. Nueva York, Greenwood, 1969. Un extenso estudio, que incluye más que el positivismo lógico pero que muestra con detalle sus relaciones con otras escuelas, es el de Suppe, F.: *The Search for Philosophic Understanding of Scientific Theories*, en Suppe, F. (comp.): *The Structure of Scientific Theories*. Urbana, University of Illinois Press, 1977 (2a. ed.), pp. 1-232. Fernando Salmerón define el sitio que le corresponde al positivismo lógico dentro de la filosofía de la ciencia y analiza algunos de sus postulados en dos importantes artículos: "El concepto de interdisciplinariedad. Las disciplinas y sus relaciones en la reciente filosofía de la ciencia", en Barojas, J., S. Malo, y M. A. Reyes (comps.): *La enseñanza de la física. Un enfoque interdisciplinario*, México, SEP, 1982, pp. 77-106, y "Las tesis del empirismo lógico y la convergencia de las disciplinas". *Diánoia*, 57-77, 1982.

Ludwig Wittgenstein ha sido objeto de centenares de estudios. Su *Tractatus* se publicó en alemán en 1921; la traducción estándar al inglés es de Pears, D. F., y B. F. McGuinness (Londres y Henley, Routledge & Kegan Paul, 1961). Hay una traducción al español (Alianza Editorial, Madrid, 1900). Otras obras de Wittgenstein son *The Blue and Brown Books* (Rhees, R., comp.). Oxford, Blackwell, 1958; *Notebooks 1914-1916*. Oxford, Blackwell, 1961, y *Philosophical Investigations* (Anscombe, G.E.M., trad.) Oxford, Blackwell, 1963. Una buena biografía es de Malcolm, N.: *Ludwig Wittgenstein. A Memoir. With a Biographical Sketch by Georg Henrik von Wright*. Londres, Oxford University Press, 1962. Un análisis de las circunstancias en que vivió es Janik, A., y S. Toulmin: *Wittgenstein's Vienna*. Londres, Weidenfeld & Nicolson, 1973. Un estudio introductorio del *Tractatus* es el de Mounce, H. O.: *Wittgenstein's Tractatus Logico-Philosophicus*. Milton Keynes, Open University Press, 1976; también véase Phillips, D. L.: *Wittgenstein and Scientific Knowledge. A Sociological Perspective*. Londres, Macmillan, 1977. Una útil comparación entre las filosofías de Russell y Wittgenstein es Tomasini Bassols, A. *Los atomismos lógicos de Russell y Wittgenstein*, México UNAM, 1986.

Los datos biográficos sobre Rudolf Carnap se encuentran en su artículo "Intellectual Autobiography", en Schilpp, P. A. (comp.): *The Philosophy of Rudolf Carnap*. Londres, Cambridge University Press, 1963, pp. 1-84. Su famoso libro *Der Logische Aufbau der Welt*. Berlín, Weltkreis Verlag, 1928, se publicó en inglés como *The Logical Structure of the World* (junto con *Pseudoproblems in Philosophy*). Berkeley, University of California Press, 1967 (George, R. A. trad.). Otras obras de Carnap son *Logical Foundations of Probability*. Chicago, University of Chicago Press, 1962, y *An Introduction to Philosophy of Science*, Nueva York, Basic Books, 1976. Además del volumen compilado por Schilpp, véase también Buck, R. C., y R. S. Cohen (comps.): *P. S. A. 1970: In Memory of Rudolf Carnap*. Dordrecht, Reidel, 1971; Hintikka, J. (comp.): *Rudolf Carnap. Logical Empiricist. Materials and Perspectives*. Dordrecht, Reidel, 1975; Runggaldier, E. *Carnap's Early Conventionalism. An Inquiry into the Historical Background of the Vienna Circle*. Amsterdam, Rodopi, 1984.

Hay una extensa descripción de la vida y la filosofía de Reichenbach en Strauss, M.: *Modern Physics and its Philosophy*. Dordrecht, Reidel, 1972, pp. 173-285, también en Reichenbach, M., y R. S. Cohen, Cohen (comps.): *Hans Reichenbach: Selected Writings 1909-1953*. Dordrecht, Reidel, 1978, vol. 1, pp. 1-87, y en Salmon, W.C. (comp.): *Hans Reichenbach. Logical Empiricist*. Dordrecht, Reidel, 1979, pp. 1-84. Algunos libros de Reichenbach están traducidos, como *Modern Philosophy of Science. Selected Essays*. Nueva York, Humanities, 1959; *The Rise of Scientific*

Philosophy. Berkeley y Los Ángeles, University of California Press, 1954.

CAPÍTULO VII

Las bases del operacionismo son los siguientes libros de Percy W. Bridgman: *The Logic of Modern Physics*. Nueva York, Macmillan, 1927; *The Nature of Physical Theory*. Nueva York, Dover Publications, 1936; *Reflections of a Physicist*. Nueva York, Philosophical Library, 1950; *The Nature of Some of Our Physical Concepts*. Nueva York, Philosophical Library, 1952; *The Way Things Are*. Cambridge, Harvard University Press, 1959. La descripción más extensa de esta filosofía de la ciencia es de Benjamin, A. C.: *Operationism*. Springfield, Thomas, 1955. Las críticas iniciales al operacionismo fueron de Lindsay, R. B.: "A Critique of Operationalism in Physics." *Phil. Sci.*, 4: 456-470, 1936, y fueron respondidas por Bridgman, P. W.: "Operational analysis". *Phil. Sci.* 5: 114-131, 1938. Una de las últimas discusiones del operacionismo apareció en Frank, P.: *The Validation of Scientific Theories*. Boston, Harvard University Press, 1957.

El texto principal de Arturo Rosenblueth es *Mente y cerebro*. México, Siglo XXI Editores, 1970 (se publicó simultáneamente en inglés como *Mind and Brain: A Philosophy of Science*. Boston, MIT Press, 1970). Su otro libro, *El método científico*, México, CINVESTAV, 1971 (reimpreso por CONACYT en 1981), fue cuidadosamente reunido, a partir de "...las numerosas notas preparadas para sus conferencias, con el recuerdo de la presentación de sus pláticas, y con la impresión profunda dejada por el contacto con el Dr. Rosenblueth durante muchos años de trabajar juntos...", por su colaborador y amigo, el Dr. Juan García Ramos. En artículos publicados previamente (Rosenblueth, A., y Bigelow, J.: "Behaviour, Purpose and Teleology". *Phil. Sci.* 10: 18-24, 1943; Rosenblueth, A., y N. Wiener: "The Role of Models in Science". *Phil. Sci.* 12: 316-321, 1945; Rosenblueth, A., y Wiener, N.: "Purposeful and Non Purposeful Behavior". *Phil Sci* 17: 318-326, 1950) ya había expuesto varios de sus puntos de vista sobre la ciencia. Hay un resumen de la filosofía de Rosenblueth en Alanís, J.: "La obra científica y filosófica de Arturo Rosenblueth". *Ciencia* 32: 201-213 1981, y otro en Pérez Tamayo, R.: "Arturo Rosenblueth y la filosofía de la ciencia". *Memorias de El Colegio Nacional*, 10: 55-87, 1983. Hay una breve nota con datos biográficos en García Ramos, J.: "Contribuciones del Dr. Arturo Rosenblueth", en Somolinos Palencia, J. (comp.); *Contribuciones mexicanas a la investigación médica*. México, UNAM, 1984, pp. 323-349.

Entre las muchas obras que escribió Eddington, dos son las importantes en relación con el método científico: *The Nature of the*

Physical World. Cambridge, Cambridge University Press, 1928, y *The Philosophy of Physical Science*, Cambridge University Press, 1939. Hay varios textos que exponen las ideas de Eddington, como Yolton, J. W.: *The Philosophy of Science of A. S. Eddington*. La Haya, Martin Nijhoff, 1960, y Witt Hansen, J.: *Exposition and Critique of the Conceptions of Eddington Concerning the Philosophy of Physical Science*. Copenhagen, Gads, 1958. Una agresiva crítica de sus ideas se encuentra en Stebbing, S.: *Philosophy and the Physicists*. Harmondsworth, Pelican, 1944.

Los escritos de Popper han recibido inmensa atención, por lo que existe gran riqueza en la literatura. En relación con el método científico, sus tres libros importantes son *The Logic of Scientific Discovery*. Londres, Hutchinson, 1968 (hay traducción al español como *La lógica de la investigación científica*. Madrid, Tecnos, 1967); *Conjectures and Refutations*, Nueva York, Basic Books, 1965 (hay traducción al español como *Conjeturas y refutaciones*. Buenos Aires, Paidós, 1967); y *Objective Knowledge*. Oxford, Oxford University Press, 1972 (hay traducción al español como *Conocimiento objetivo*. Madrid, Tecnos, 1974). La autobiografía intelectual es *Unended Quest*. Londres, Fontana / Collins, 1977. Además, hay extensa información y mucha discusión en Schilpp, P. A. (comp.): *The Philosophy of Karl Popper*. La Salle, Open Court Publishing Co., 1974 (2 vols.). Algunos de los principales comentaristas de Popper son Johansson, I.: *A Critique of Karl Popper's Methodology*. Estocolmo, Scandinavian University Books, 1975; Ackerman, R. N.: *The Philosophy of Karl Popper*. Amherst, University of Massachusetts Press, 1976; Burke, T. E.: *The Philosophy of Popper*, Manchester, University of Manchester Press, 1983; Kuhn, T. S.: "Logic of Discovery or Psychology of Research?", en Lakatos, I. y Musgrave, A. (comps): *Criticism, and the Growth of Knowledge*. Londres, Cambridge University Press, 1970, pp. 1-23 (este importante artículo también aparece en Kuhn, T. S.: *The Essential Tension*. Chicago y Londres, The University of Chicago Press, 1977, pp. 266-292); Chalmers, A. F.: *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*. México, Siglo XXI Editores, 1984 (3a. ed.) dedica tres capítulos a exponer y criticar a Popper (pp. 591-10); Newton-Smith, W.H.: *The Rationality of Science*. Boston, Londres y Henley, Routledge & Kegan Paul, 1981, dedica un capítulo a lo mismo (44-76). La enumeración podría continuar *ad infinitum*...

CAPÍTULO VIII

La exposición más extensa de las ideas de Lakatos sobre metodología científica se encuentra en su libro *The Methodology of Scientific Research Programmes*. Cambridge, Cambridge University Press, 1978, editado después de su muerte por Worrall, J., y Currie, G.: véase especialmente el capítulo 1, "Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes", pp. 810-1; el mismo artículo aparece en Lakatos, I., y A. Musgrave

(comps.): *Criticism and the Growth of Knowledge*. Londres, Cambridge University Press, 1970, pp. 91-196. Dos análisis críticos de las ideas de Lakatos son Chalmers, A. F.: *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*. México, Siglo XXI Editores, 1984 (3a. ed.), pp. 11-1125, y Bloor, D.: "Two Paradigms of Scientific Knowledge?" *Science Studies 1*: 101-115, 1971. Un volumen dedicado al análisis crítico de las ideas de Lakatos es Cohen, R. S., Feyerabend, P., y M. W. Wartofsky (comps.): *Essays in Memory of Imre Lakatos* Dordrecht, Reidel Publishing Co., 1976; de especial interés es el artículo de Musgrave, A.: "Method or Madness?", pp. 457-491. Una crítica racionalista de Lakatos está en Newton Smith, W. H.: *The Rationality of Science*. Boston, Londres y Henley, Routledge & Kegan Paul, 1981, pp. 77-101. Una exposición crítica en Hacking, I.: "Imre Lakatos' Philosophy of Science". *Brit. J. Phil. Sci.* 30: 381-402, 1979.

El texto de Kuhn, T.S.: *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago, University of Chicago Press, 1962 (2a. ed., 1970; hay traducción al castellano, *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1971) contiene una descripción muy completa de sus ideas. Nuevas formulaciones, surgidas como respuesta a varias críticas, aparecen en *Second Thoughts on Paradigms*, en Suppe, E (comp.): *The Structure of Scientific Theories*. Urbana, University of Illinois Press, 1973, pp. 459-482; en "Logic of Discovery or Psychology of Research?", en Lakatos, I., y A. Musgrave, (comps.): *Criticism and the Growth of Knowledge*. Londres, Cambridge University Press, 1978, pp. 1-23, y en "Reflections on my Critics", en el mismo volumen, pp. 231-278. Otras ideas de Kuhn en la colección de ensayos (que incluye algunos de los anteriores) llamada *The Essential Tension*. Chicago y Londres, The University of Chicago Press, 1977 (hay traducción al español, *La tensión esencial*. México, Fondo de Cultura Económica y CONACYT, 1982). Hay una colección de ensayos sobre el impacto de las ideas de Kuhn en distintas disciplinas en Gutting, G.: *Paradigms and Revolutions*. Notre Dame y Londres, University of Notre Dame Press, 1980; de especial interés resulta la revisión de Shapere, D.: *The Structure of Scientific Revolutions*, pp. 27-38, que apareció primero en *Phil. Rev.* 73: 383-394, 1964, cuando el libro de Kuhn apenas tenía dos años de publicado. La discusión de Doppelt G.: "Kuhn's Epistemological Relativism: an Interpretation and Defense". *Inquiry* 21: 33-86, 1978, es muy útil. El libro de Stegmüller, W.: *The Structure and Dynamics of Theories*. Nueva York, Springer Verlag, 1976, está basado en el pensamiento kuhniano. En el libro de Bernstein, R. J.: *Beyond Objectivism and Relativism: Science, Hermeneutics, and Praxis*. Filadelfia, University of Pennsylvania Press, 1985, la parte 2, titulada "Science, Rationality and Incommensurability", pp. 51-108, hay un extenso y útil análisis crítico de las ideas de Kuhn.

Los dos libros más importantes de Feyerabend sobre metodología científica (o más bien, sobre su ausencia) son *Against Method*. Londres, New Left Books, 1975, y *Science in a Free Society*. Londres, New Left Books, 1978. Una colección muy útil de distintos ensayos de Feyerabend apareció en dos volúmenes titulados *Realism, Rationalism & Scientific Method. Philosophical Papers 1*, y *Problems of Empiricism, Philosophical Papers 2*. Cambridge, Cambridge University Press, 1981. De especial interés para nuestro tema son, en el vol. 2, los artículos "Historical Background: Some Observations on the Decay of the Philosophy of Science", pp. 1-33; 8, "Consolations for the Specialist", pp. 131-167; 9, "Popper's *Objective Knowledge*", pp. 168-201; y 10, "The Methodology of Scientific Research Programmes", pp. 202-230. En estos capítulos Feyerabend presenta sus críticas a las ideas de Popper, Lakatos y Kuhn. Un análisis característico de la postura anticientífica de Feyerabend es "How to Defend Society Against Science". *Rad. Phil. 11*: 3-8b. 1975 (reimpreso en Klemke, E. D., Hollinge, R. y Kline, A. D. (comps.): *Introductory Readings in the Philosophy of Science*. Búfalo, Prometheus Books, 1980, pp. 55-65). Una crítica a las ideas de Feyerabend desde un punto de vista marxista es de Curthoys, J., y W. Suchting: "Feyerabend's Discourse Against Method: a Marxist Critique". *Inquiry 20*: 243-397, 1977. En su interesante libro, Hacking, I.: *Representing and Intervening*. Cambridge, Cambridge University Press, 1983, dedica un capítulo ("Incommensurability", pp. 65-75) al examen crítico de las ideas de Kuhn y Feyerabend desde un punto de vista realista. Otra crítica de Feyerabend en Newton-Smith, W. H.: *The Rationality of Science*. Boston, Londres y Henley, Routledge & Kegan Paul, 1981, pp. 125-147, y de la inconmensurabilidad de las teorías, pp. 148-182. La cita del libro de Holton, G.: *The Scientific Imagination: Case Studies*. Cambridge, Cambridge University Press, 1978, pp. 84-110.

CAPÍTULO IX

El libro de Himsforth H.: *Scientific Knowledge and Philosophic Thought*. Baltimore y Londres, The Johns Hopkins University Press, 1986, contiene un examen crítico de las ideas de Hume, Popper y Moore, desde el punto de vista de un científico experimentado; véase el comentario de Pérez Tamayo R.: "Sobre la filosofía de la ciencia". *Univ. Méx. 42*: 15-21, 1987. Un artículo sobre filosofía de la ciencia es Theocaris, T. y M. Psimopoulos: "Where Science has Gone Wrong". *Nature 329*: 595-598, 1987. Hay muchos textos sobre sociología de la ciencia; uno introductorio es el de Richards, S.: *Philosophy and Sociology of Science*. Londres, Blackwell, 1983 (hay traducción al español como *Filosofía y sociología de la ciencia*. México, Siglo XXI Editores, 1987). También puede consultarse Brannigan, A.: *The Social Basis of Scientific Discoveries*. Cambridge, Cambridge University Press, 1981, y la colección de ensayos de Merton R. K.:

The Sociology of Science. Theoretical and Empirical Investigations. Chicago y Londres, The University of Chicago Press, 1973. Otros textos que subrayan los aspectos sociales de la ciencia son Ziman, J. M.: *Public Knowledge: An Essay Concerning the Social Dimension of Science.* Cambridge, Cambridge University Press, 1968, Ziman, J. M.: *Reliable Knowledge.* Cambridge, Cambridge University Press, 1978; Mulkay, M.: *Science and the Sociology of Knowledge.* Londres, Allen and Unwin, 1979; Knorr-Cetina, K. D., y Mulkay, M. (comps.): *Science Observed: Perspectives on the Social Studies of Science.* Londres, Sage, 1983. El libro comentado es Latour, B., y S. Woolgar: *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts.* Beverly Hills, Sage, 1979 (hay una segunda edición de 1985).



C O L O F Ó N

Este libro se terminó de imprimir y encuadernar en el mes de octubre de 1998 en los talleres de Impresora y Encuadernadora Progreso, S. A. de C. V. (IEPSA), calzada de SanLorenzo 244, 09830 México, D.F.

Se tiraron 7 000 ejemplares.

Tipografía: *Javier Ávila*

Formación: José Luis Acosta del Taller de Composición del Fondo de Cultura Económica con tipos Baskerville de 14, 12 y 11:12 pts.

Corrección: *Laura Pulido Varela y Miguel A. Camacho.*

Fotomecánica: *Fotolito Marjan.*

La Ciencia para Todos

es una colección coordinada editorialmente por *Marco Antonio Pulido y María del Carmen Farías*

C O N T R A P O R T A D A

En este libro, el doctor Ruy Pérez Tamayo emprende una tarea de dimensiones tan vastas que da cierto vértigo enunciarla: examinar la evolución histórica que ha tenido el ser humano acerca del método científico a lo largo de un periodo que cubre la friolera de 25 siglos. Por "método científico" —explica el autor— "entiendo la suma de los principios teóricos, las reglas de conducta y las operaciones mentales y manuales que han venido utilizando los hombres de ciencia para generar conocimientos científicos".

En la busca del método científico el libro nos lleva en el pasado hasta Aristóteles, quien fue el primero en apuntar que el origen de las causas de los fenómenos se inició con Tales de Mileto, filósofo presocrático del que se sabe "estaba vivo en 585 a. C". A partir de estos inicios, en forma alguna humildes pues incluyen, a parte de los citados, a la flor y nata del pensamiento helénico, atravesamos la muy peculiar Edad Media para llegar a los científicos que dieron principio a una verdadera revolución en su campo y que van de Vesalio a Kant pasando, por solo mencionar unos pocos, por Galileo, Newton y Descartes, para llegar a los empiristas y positivistas del siglo XIX, cruzar el diámetro del brillante Círculo de Viena y llegar a las ideas contemporáneas. Finalmente, el autor lanza una mirada "fría y calculadora" para preguntarse, en serio, si la filosofía de la ciencia ha aumentado la calidad de los científicos. "Mi intención es filosofar no como profesional de esa disciplina (que no soy) sino como científico (que sí soy)".

Ruy Pérez Tamayo es médico cirujano egresado de la UNAMy sus cursos de posgrado los realizó en EUA. Fundó y dirigió por 15 años la Unidad de Patología de la Facultad de Medicina de la UNAM. Ha sido investigador del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAMy del Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán". Asimismo, es profesor emérito y jefe del Departamento de Medicina Experimental de la UNAM, miembro de El Colegio Nacional y prolífico autor de libros, muchos de ellos editados por el FCE.