

# PANORÁMICA ACTUAL DE LA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA: ESTRUCTURA INTERNA DE TEORÍAS Y CAMBIO CIENTÍFICO

*Diego Ribes*

## CONTENIDO

	<i>Págs.</i>
INTRODUCCIÓN ... ..	360
I. LA POSICIÓN HEREDADA ... ..	362
§ 1. <i>Antecedentes históricos de la Posición Heredada.</i>	363
§ 2. <i>Desarrollo de la Posición Heredada</i> ... ..	370
A. Reglas de correspondencia ... ..	370
B. La lógica del condicional ... ..	372
C. La distinción Observacional-teórico ... ..	374
D. Versión Última de la Posición Heredada ...	378
<i>Apéndice: El desarrollo de la Ciencia según la Posición Heredada: Reducción de Teorías</i> ... ..	380
II. ALTERNATIVAS A LA POSICIÓN HEREDADA Y CRÍTICA DE LAS MISMAS ... ..	381
§ 1. <i>Análisis descriptivos escépticos</i> ... ..	382
§ 2. <i>Análisis de Weltanschauungen</i> ... ..	384
A. Toulmin ... ..	386
B. Kuhn ... ..	391
C. Hanson ... ..	399
D. Feyerabend ... ..	404
E. Bohm ... ..	410
§ 3. <i>Planteamientos semánticos</i> ... ..	415
CONCLUSIÓN ... ..	418
BIBLIOGRAFÍA ... ..	420

## INTRODUCCIÓN

EL PRESENTE TRABAJO SURGE como una revisión crítica del ensayo de Frederick Suppe "The Search For Philosophic Understanding of Scientific Theories".<sup>1</sup> El ensayo de Suppe constituye una exposición histórica, en parte al menos, de la filosofía de la ciencia que abarca desde la posición del Círculo de Viena y sus antecedentes inmediatos hasta los puntos de vista elaborados y propuestos por filósofos e historiadores de la ciencia actuales. Podríamos dividir la exposición histórica de Suppe en dos grandes etapas, (1) la Posición del Círculo de Viena y su evolución interna: es decir, evolución que introduce varias modificaciones en la posición original del Círculo de Viena, pero sin cuestionar la adecuación de dicha posición como un todo; y (2) aquellas posiciones y autores que defienden que el punto de vista adoptado por el Círculo de Viena es insostenible e inadecuado en su conjunto y proponen, en consecuencia, concepciones alternativas que lo sustituyan. Entre estos autores se encuentran Toulmin, Kuhn, Hanson, Feyerabend y Bohm. Habría que añadir la postura escéptica (Achinstein) y el planteamiento semántico (Sneed y Suppe mismo, entre otros). De esta simple enumeración de posiciones y autores, puede colegirse ya la importancia del ensayo de Suppe; y no me refiero tanto al valor intrínseco de los temas y tesis expuestos y defendidas en el mismo cuanto al hecho de que en castellano no disponemos de bibliografía que ofrezca una visión histórica de la filosofía de la ciencia más reciente. Esta es la razón que me decidió a dar el carácter de resumen al presente trabajo: me pareció que sería útil, por llenar una laguna, ofrecer un sumario del artículo de Suppe.

<sup>1</sup> Aparecido en F. Suppe (ed.) *The Structure of Scientific Theories* University of Illinois Press, 1974. Este volumen recoge las ponencias y discusiones del simposio que tuvo lugar en Urbana, Marzo de 1969. El ensayo de Suppe pretende ser una introducción que facilite la comprensión de los temas debatidos en el Simposio.

Sin embargo, mis puntos de vista no coinciden por completo con los de Suppe y, por ello mi resumen habrá de tener, inevitablemente, el carácter adicional de comentario crítico. Me gustaría señalar ya desde el principio uno de estos puntos de discrepancia, pues creo que el punto en cuestión condiciona e influye, por una parte, toda la exposición y evaluación de las distintas posiciones que nos ofrece el ensayo de Suppe; y, por otra, va a servir como hilo conductor de mis breves observaciones críticas a dicha exposición. Me refiero a lo siguiente. Suppe comienza su artículo con la siguiente afirmación: "Si estuviera justificado hablar de algún problema como del más central o importante en filosofía de la ciencia, este problema sería el de la naturaleza o estructura de las teorías científicas". Desde luego, Suppe piensa, y lo repite varias veces a lo largo de su artículo, que la comprensión y esclarecimiento alcanzados de semejante estructura habrá de influir sobre la posición que se adopte en el problema del progreso científico, a saber, sobre el problema de la corrección, mejoramiento y sustitución de las teorías científicas. Mi enfoque sería precisamente el opuesto, y parafraseando la afirmación de Suppe diría: pienso que el problema fundamental de la filosofía de la ciencia lo constituye el problema del cambio y del progreso científico, y añadiría, que, por supuesto, la explicación que se adopte de dicho cambio influirá en la concepción y comprensión de la estructura de las teorías científicas. No creo que se trate sólo de una diferencia en el punto de partida para llegar a los mismos resultados, éste es un caso en el que lo que se considera primario o central influye en el contenido mismo de los puntos o temas considerados como secundarios o derivados. Las posiciones que han insistido en la explicitación rigurosa de la estructura interna de las teorías científicas se caracterizan por un menosprecio casi sistemático de la historia de la ciencia y de las relaciones mutuas entre historia y filosofía de la ciencia. (Recuérdese, por ejemplo, el libro de Nagel, *La Estructura de la Ciencia*.) Los autores que han insistido en el cambio científico como tema central de su posición, son o bien his-

toridores de la ciencia o muestran un dominio considerable de la misma (Recuérdese el libro de Kuhn, *La Estructura de las Revoluciones Científicas*). No creo que la coincidencia en la primera parte del título de estos libros y la diferencia en la segunda sea accidental.

## I. LA POSICIÓN HEREDADA

Hacia 1920, constituía un lugar común entre los filósofos de la ciencia concebir las teorías científicas como cálculos axiomáticos que reciben una interpretación observacional parcial por medio de reglas de correspondencia. Este análisis se conoce generalmente como *La Posición Heredada* (*The Received View*). No sería muy exagerado decir que, virtualmente, todo resultado importante en filosofía de la ciencia obtenido entre 1920 y 1950<sup>2</sup> empleó o asumió implícitamente la Posición Heredada. Hacia la década de los cincuenta, este análisis empezó a ser objeto de ataques críticos que impugnan su concepción de las teorías y del conocimiento científico. Estos ataques tuvieron tanto éxito que hacia finales de la década de los 60 se había alcanzado un consensus general entre los filósofos de la ciencia relativo a la inadecuación de la Posición Heredada. Al mismo tiempo, las distintas alternativas propuestas para sustituir la Posición Heredada han sido objeto, a su vez, de fuertes ataques críticos<sup>3</sup> y ninguna de ellas ha conseguido acepta-

<sup>2</sup> Esta reserva de Suppe al establecer la fecha del predominio de la Posición Heredada puede estar justificada por la obra de Popper (la edición alemana de su *Lógica del Descubrimiento* es de 1935). Como es bien sabido, la obra de Popper rechaza aspectos importantes de la mencionada posición. Sin embargo, la fecha de 1950 como indicadora de la aparición de posturas que critican y rechazan la Posición Heredada en su conjunto, me parece correcta. Como señala Suppe en nota 2 de p. 4, la impugnación de la concepción básica de la Posición Heredada puede decirse que empezó en Toulmin [1953].

<sup>3</sup> Ver, por ejemplo, Scheffler [1967]; y Shapere [1964] y [1966]. Nos ocuparemos de algunas de estas críticas al tratar los análisis alternativos a la Posición Heredada.

ción general entre los filósofos de la ciencia. Siendo ésta la situación actual en filosofía de la ciencia, Suppe advierte que el propósito de su ensayo no es ofrecer una explicación histórica definitiva de la filosofía de la ciencia moderna sino sólo proporcionar una base y perspectiva suficientes para poder apreciar y comprender el alcance del pensamiento filosófico actual acerca de las teorías y de su papel en el quehacer científico.

### § I. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA POSICIÓN HEREDADA

Aunque la Posición Heredada continuó gozando de amplia aceptación después de que el positivismo lógico había sido rechazado, dicha posición es un producto del positivismo lógico y no puede entenderse si la divorciamos de los principios rectores de este movimiento.<sup>4</sup> Pero el simple conocimiento de los principios rectores del positivismo lógico, no es suficiente para la comprensión de la Posición Heredada. Hace falta además, conocer los problemas e influencias que impulsaron a los positivistas a adoptar su posición filosófica: el positivismo lógico estuvo influido por ciertos desarrollos de la ciencia y filosofía del siglo XIX y principios del XX, constituye una respuesta a los problemas planteados por tales desarrollos. No puede entenderse aislado de ellos.

Después de hacer esta observación general, Suppe pasa a exponer los principales factores que condicionan el surgimiento del positivismo lógico, y critica la opinión que sostiene que el positivismo lógico surgió como una respuesta a los excesos metafísicos de Hegel y sucesores neo-hegelianos (Mac Taggart, Bradley y otros). Por el contrario, Suppe

<sup>4</sup> La Posición Heredada es, pues, un término que designa la filosofía de la ciencia sostenida por el Positivismo lógico, constituyendo este último un movimiento más amplio que intentaba encajar todo el conocimiento empírico en el molde científico. Al ser rechazado el positivismo lógico como epistemología general, se convirtió sólo en filosofía de la ciencia y continuó sobreviviendo como filosofía que se ocupaba de un campo restringido del conocimiento empírico: el conocimiento científico.

piensa que el positivismo lógico es la filosofía que surgió en el Círculo de Viena y en la Escuela de Berlín regida por Reichenbach, cuyos miembros eran casi todos científicos, matemáticos y matemáticos convertidos en filósofos. Aunque el rechazo de la metafísica tradicional, por no ser susceptible de comprobación empírica, era una tesis común a todos ellos, los creadores del positivismo lógico poseían lazos comunes más importantes, a saber, estaban interesados en los problemas fundacionales de la ciencia, problemas que tenían carácter filosófico y que habían sido planteados por los desarrollos científicos recientes de la época. Compartían, además, cierto acuerdo general sobre cómo había que abordar estos problemas. Aquí se encuentra propiamente el origen del positivismo lógico. El positivismo lógico es un movimiento germánico, y para comprender su génesis hay que tener en cuenta ciertas características de la situación científica alemana en el siglo XIX y principios del XX.<sup>5</sup> Esta explicación del origen del positivismo lógico concuerda con la idea de que los problemas fundamentales le son planteados a la filosofía de la ciencia por la ciencia misma y su historia, no por otra disciplina o rama del saber (metafísica o lingüística, por ejemplo).

La situación científica alemana, entre 1850 y 1880, era, según nos la describe Suppe, más o menos la siguiente. La ciencia alemana estaba dominada por el *materialismo mecanicista* que constituía una amalgama de positivismo compitiano, materialismo y mecanicismo. Esta posición se encuentra bien caracterizada por Büchner, uno de sus principales portavoces, que en 1855 escribía: "La ciencia... va estableciendo gradualmente el hecho de que la existencia ma-

<sup>5</sup> Antes de pasar a exponer las corrientes científicas en la Alemania del siglo XIX y XX, Suppe recuerda brevemente la organización de la Universidad alemana que facilitaba la aparición de escuelas de pensamiento. Los distintos departamentos estaban organizados alrededor de un solo profesor que poseía un control dictatorial sobre los asuntos del departamento, incluyendo la contratación del profesorado y los temas de especialidad a investigar. De este modo, los miembros de cada departamento tendían a compartir los intereses y planteamientos científicos del catedrático o director.

macrocósmica y microcósmica obedece en su origen, vida y decadencia, las leyes mecánicas inherentes a las cosas mismas, descartando todo tipo de super-naturalismo e idealismo en la exploración de los sucesos naturales. No hay fuerza sin materia, no hay materia sin fuerza." Según esta posición, la ciencia ofrece un cuadro o descripción del mundo físico que se basa en la investigación empírica y no en la especulación filosófica. No hay duda alguna de que existe un mundo real, objetivo e independiente de los perceptores individuales. La ciencia consiste en el descubrimiento de los mecanismos que rigen tal mundo objetivo. Es interesante observar que esta posición no sólo postula la existencia de un mundo exterior, sino además de mecanismos objetivos (regularidades, leyes, etc.) inherentes a la realidad exterior: i. e., concepción epistemológica pasivista, según la cual el conocimiento es un cuadro, descripción, reflejo o representación del mundo exterior.

En la comunidad científica alemana, el materialismo mecanicista dio paso gradualmente a la filosofía neo-kantiana de la ciencia, iniciada por Helmholtz y Hermann Cohen (fundador de la escuela de Marburgo), continuada y revisada después por Ernst Cassirer. Helmholtz, basándose en sus estudios sobre fisiología de los sentidos y sobre psicología<sup>7</sup> señala que una filosofía adecuada debe tener en cuenta la actividad del sujeto pensante en el desarrollo del conocimiento científico. Cohen combinó un interés por Kant con un interés por la matemática y la lógica para elaborar una epistemología neo-kantiana de las ciencias naturales. El conocimiento del "mundo exterior" que produce la ciencia se concibe como una trama de relaciones lógicas que no están dadas (como ya existentes en la realidad exterior), sino más bien ejemplificadas o sugeridas en la experiencia sensorial.

<sup>6</sup> Aunque ésta era la filosofía dominante de los científicos, estaba en oposición a la filosofía "oficial" del estado alemán y de las universidades del estado: una versión particular del hegelianismo.

<sup>7</sup> Cf. Helmholtz [1863] y [1927].

El neo-kantismo no fue la única filosofía de la ciencia que surgió como reacción al materialismo mecanicista. Otra escuela que tuvo una influencia importante, aunque menos amplia, fue el neo-positivismo de Ernst Mach. Según Mach, la ciencia no es más que una reflexión conceptual sobre los hechos, cuyos elementos son contenidos de conciencia que nos son dados en la sensación. En esta posición no hay cabida para elementos *a priori* en la ciencia, y en particular no hay cabida para la doctrina del espacio y tiempo absolutos. Los enunciados científicos han de ser empíricamente verificables, lo que para Mach equivale a decir que todos los enunciados empíricos que ocurran en una teoría científica han de ser susceptibles de reducción a enunciados acerca de sensaciones.<sup>8</sup> El fracaso de este planteamiento se debió, en parte, al hecho de que las descripciones abreviadas de sensaciones no pueden explicar que los principios científicos contengan relaciones matemáticas no reducibles a sensación alguna.

Estas tres posiciones filosóficas dominaban en la comunidad científica a principios de siglo. Suppe describe a continuación la situación alcanzada por las ciencias físicas. En 1905, Einstein publicaba su teoría especial de la relatividad, y poco después la vieja teoría cuántica entraba en un nuevo camino de desarrollo. Ambas teorías eran incompatibles con las tres filosofías de la ciencia que acabamos de describir. Las escuelas físicas que profesaban el neo-kantismo y el mecanicismo materialista se opusieron a la sustitución de la física clásica por la teoría de la relatividad (un buen ejemplo de la influencia retardadora que puede ejercer una filosofía de la ciencia inadecuada sobre el desarrollo de la ciencia). La primera aceptación alemana de la nueva física surgió en las escuelas simpatizantes del positivismo de Mach, y como tal aceptación exigía el abandono de la adherencia estricta a dicho positivismo, surgió como consecuencia una crisis filosófica (ejemplo de la influencia que el desarrollo e historia de la ciencia puede ejercer sobre la filosofía de la ciencia): la nueva física era

<sup>8</sup> Cf. Mach [1886].

incompatible con las nociones predominantes del sentido científico común de la época (constituido por las filosofías de la ciencia vigentes antes de la aparición de tal física). ¿Cuál era, pues, la naturaleza de la empresa científica?, pregunta que plantea el problema de los fundamentos presente en toda crisis científica, problema que es característicamente filosófico (ver más adelante la exposición de la postura de Kuhn). Y, según la respuesta que se diese a la pregunta anterior, ¿qué nueva filosofía de la ciencia tenía que adoptarse? Aparecieron dos direcciones fundamentales en el intento de solucionar esta crisis: 1) la elaboración de un neo-Kantismo modificado que pudiera acomodarse a la nueva física. Esta dirección estuvo protagonizada por E. Cassirer.<sup>9</sup> 2) El segundo planteamiento, que resultó ser el más influyente, consistió en adoptar una versión debilitada del neo-positivismo de Mach. Puesto que este segundo planteamiento desembocó en lo que hemos llamado Posición Heredada, voy a ocuparme de él con cierto detalle.

El segundo planteamiento fue propuesto por un grupo de filósofos y científicos bajo la influencia de Hans Reichenbach (escuela de Berlín) y en Viena bajo la influencia de Moritz Schlick (Círculo de Viena). Ambas escuelas coincidían en que Mach tenía razón al insistir en la verificabilidad como criterio de significado para los conceptos teóricos, pero que se había equivocado al no conceder ningún lugar relevante a las matemáticas. La posición de Poincaré de que las leyes científicas no son más que convenciones acerca de los hechos proporcionó los medios necesarios para introducir la matemática en la Posición Heredada. De este modo, tenemos ya las dos fuentes originarias de la Posición Heredada. Siguiendo a Mach, la materia u objeto de las teorías científicas lo constituyen las *regularidades fenoménicas*, pero las teorías caracterizan tales regularidades en *términos teóricos*. Siguiendo a Poincaré, estos términos teóricos no son otra cosa que meras convenciones usadas para referirse a los fenómenos; son abreviaturas de descripciones

<sup>9</sup> Cf. E. Cassirer [1910].

fenoménicas y, en cuanto tales, han de ser definidas en términos de los fenómenos o en lenguaje fenoménico (base de la noción de reglas de correspondencia incluida en la Posición Heredada). Semejante definición tenía que llevarse a cabo al modo de una cantidad numérica (aceptación de la matemática), obtenida por medio de la ejecución de tal o cual medida de ciertas clases de fenómenos. La definición operacional es, pues, una especie de definición explícita (o regla de correspondencia). Lo anterior constituye la mayor parte de la Posición Heredada, pero no todo. Los matemáticos representaban un número considerable entre los miembros del Círculo de Viena, y gran parte de ellos se vieron influidos por los recientes desarrollos en matemáticas realizados por Frege y Cantor, desarrollos que culminaron en los *Principia Mathematica* de Whitehead y Russell (1910-1913). Los *Principia* constituyen un desarrollo coherente de lógica matemática que axiomatiza gran parte de la matemática en términos de dicha lógica (logicismo). La tesis del logicismo sugirió a los miembros del Círculo de Viena que los enunciados matemáticos de las leyes científicas, y también las definiciones de los términos teóricos, podían darse en términos de lógica matemática. En consecuencia, procedieron a modificar su síntesis de Mach y Poincaré: el resultado de semejante modificación constituyó la versión original o primera de la Posición Heredada.

En esencia, la versión inicial de la Posición Heredada interpreta las teorías científicas como teorías axiomáticas formuladas en una lógica matemática  $L$  que cumple las condiciones siguientes:

- (i) La teoría se formula en una lógica matemática de primer orden con igualdad,  $L$ .
- (ii) Los términos de  $L$  se dividen en tres clases llamadas *vocabularios*.
  - a) El *vocabulario lógico*, que abarca las constantes lógicas (incluidos los términos matemáticos).
  - b) El *vocabulario observacional*,  $V_o$ , que contiene los términos observacionales.
  - c) El *vocabulario teórico*,  $V_T$ , que contiene los términos teóricos.

(iii) Ha de interpretarse que los términos de  $V_o$  se refieren a objetos físicos directamente observables o a propiedades directamente observables de objetos físicos.

(iv) Existe un conjunto de postulados teóricos  $T$  cuyos únicos términos no lógicos son términos  $V_T$ .

(v) Los términos de  $V_T$  reciben una *definición explícita* en términos de  $V_o$  mediante reglas de correspondencia  $C$ . Es decir, para todo término 'F' de  $V_T$ , debe aducirse una definición de la forma

$$(x) (Fx \equiv Ox)$$

donde 'Ox' es una expresión de  $L$  que sólo contiene símbolos de  $V_o$  y, posiblemente, del vocabulario lógico.

Son necesarias algunas observaciones al esquema anterior. Un corolario de esta caracterización es que todos los términos teóricos son cognoscitivamente significativos, en el sentido de que todos ellos satisfacen el criterio de verificación del significado. El conjunto de axiomas,  $T$ , es el conjunto de leyes de la teoría, y el conjunto  $C$  de reglas de correspondencia estipula las aplicaciones admisibles de la teoría a los fenómenos; la teoría se identifica con la conjunción  $TC$  de  $T$  y  $C$ . Por último, obsérvese la separación abismal, patente en el esquema, entre términos teóricos y términos observacionales, abismo que se pretende salvar por el puente de las reglas de correspondencia.

Según el Círculo de Viena fue investigando más la naturaleza del conocimiento científico, la Posición Heredada fue modificándose y evolucionando considerablemente. Se practicaron cambios en las cláusulas (i), (iii) y (v) de esta versión inicial. De estas modificaciones nos ocuparemos a continuación. Resumiré sólo aquellos puntos de la exposición de Suppe que abordan modificaciones que influyeron directamente en la versión final de la Posición Heredada (cuyo esquema ofreceremos al término de la siguiente sección).

## § 2. DESARROLLO DE LA POSICIÓN HEREDADA

A. *Reglas de Correspondencia*

Las modificaciones más importantes que sufrió la Posición Heredada se refieren a las formas admisibles de las reglas de correspondencia. Inicialmente, las reglas de correspondencia tenían que poseer la forma de *definiciones explícitas*, las cuales proporcionaban las condiciones observacionales necesarias y suficientes para la aplicabilidad de los términos teóricos (criterio de verificación). Carnap<sup>10</sup> señaló que los términos disposicionales no admiten definiciones explícitas en términos de términos observacionales, y sin embargo son con toda seguridad cognoscitivamente significativos. El argumento por el que Carnap demuestra la afirmación de que los términos disposicionales teóricos no admiten definición explícita, desemboca en la propuesta de sustituir esta definición por el requisito de que las reglas de correspondencia sean sentencias de reducción (que no constituyen definiciones explícitas). Como esta modificación no pasará a formar parte de la versión final de la Posición Heredada, la omitiremos aquí. Sin embargo, hay un aspecto de la cuestión que es interesante, y que quedará subsumido en la modificación introducida por Hempel en la versión final. Al aceptar reglas de correspondencia que sean sentencias de reducción, ya no es posible continuar exigiendo que las reglas de correspondencia definan completamente el significado de los términos teóricos. En lugar de ello, las reglas de correspondencia sólo las definirán *parcialmente*, puesto que para el mismo término teórico son posibles más de una sentencia de reducción. La razón por la que las sentencias de reducción de Carnap resultaron insatisfactorias se encuentra, una vez más, en la historia real de la ciencia. En efecto, se demostró que no todos los términos teóricos se introducen en ciencia por medio de sentencias de reducción. Los conceptos métricos, tales como "masa",

<sup>10</sup> Cf. Carnap [1936-37], Sec. 7.

“fuerza”, “temperatura absoluta”, “peso”, “electrón”, “protón”, etc., no se introducen de esta forma. Como dice Hempel:

Los términos de este tipo no se introducen por definición o por cadenas de reducción basadas en observables; no se introducen por ningún proceso fragmentario que les asigne significado individualmente. Sino que, los constructos usados en una teoría se introducen juntos, por decirlo así, estableciendo un sistema teórico formulado en términos de dichos constructos y aduciendo una interpretación experimental para dicho sistema, interpretación que a su vez confiere significado empírico a los constructos teóricos.<sup>11</sup>

Basándose en esta argumentación de Hempel, se concluyó que era irrazonable exigir que los términos teóricos se definieran individualmente por medio de cadenas de sentencias de reducción. La cláusula (v) tuvo que ser debilitada para dar cabida a reglas de correspondencia que no fueran ni definiciones explícitas ni cadenas de sentencias de reducción. La cláusula (v) fue reformulada del siguiente modo:

(V') Las reglas de correspondencia C constituyen un *sistema interpretativo* que satisface las siguientes condiciones:

- a) El conjunto C de reglas debe ser finito.
- b) El conjunto de reglas C debe ser lógicamente compatible con los postulados teóricos (axiomas) de la teoría.
- c) C no contiene ningún término no lógico que no pertenezca a  $V_o$  ó a  $V_T$ .
- d) Cada regla de C debe contener al menos un término  $V_o$  y al menos un término  $V_T$ .

Considero interesante subrayar el paso de (v) a (v'), pues representa el grado más elevado de sofisticación al que llegó la Posición Heredada. La cláusula (v') permite la eva-

<sup>11</sup> Cf. Hempel [1952], p. 32.

luación de teorías o sistemas teóricos considerados como un todo, superando el fragmentarismo de (v) que exigía aducir una interpretación empírica para cada término teórico considerado aisladamente. Al mismo tiempo (v') representa la debilidad fundamental y definitiva de la Posición Heredada: su carácter antihistórico. En la Posición Heredada, las teorías se evalúan de forma aislada, no ya de su contexto social y cultural, sino aisladas entre sí; no se evalúa la sucesión de teorías, sino que se abstrae una de ellas de la historia real de la ciencia y se procede a su evaluación, aplicándole criterios elaborados de espaldas a esa misma historia.

### B. *La lógica del condicional*

Como hemos visto antes, y según una interpretación realista, la Posición Heredada afirma que una teoría científica es un manojó de leyes deductivamente conectadas que son aplicables a los fenómenos observables del modo especificado por las reglas de correspondencia. La cláusula (i) de la versión inicial de la Posición Heredada, exige que estas leyes sean axiomatizadas por una lógica de primer orden con igualdad; puesto que tales lógicas son extensionales,<sup>12</sup> las leyes científicas son también extensionales.<sup>13</sup> Las dificultades de definir términos disposicionales en el modo indicativo, el hecho de que las leyes científicas parecen ser disposicionales, y las dificultades encontradas al intentar caracterizar las leyes científicas extensionalmente<sup>14</sup> pusieron en cuestión el requisito de la Posición Heredada de que las leyes tenían que ser extensionales

<sup>12</sup> Dicho de forma intuitiva, una lógica extensional es aquella cuyos poderes expresivos se limitan al modo indicativo.

<sup>13</sup> Tenemos aquí un ejemplo ilustrativo de la idea que cierra el apartado anterior: imposición *a priori* de standards filosóficos (en este caso lógicos) sobre la ciencia real. Que esta imposición resultó ser ilusoria puede verse en el excelente ensayo de I. Lakatos "Changes in the Problem of Inductive Logic", Lakatos (1968-), en especial la primera parte del ensayo donde se evalúa el programa de lógica inductiva).

<sup>14</sup> Ver, por ejemplo, Goodman [1947].

(cláusula (i)). Evidentemente, parecía necesario introducir alguna modificación en (i).

Que las leyes científicas poseen carácter subjuntivo, es obvio porque describen no sólo lo que ha sucedido o sucederá, sino que describen también lo que *sucedería* si se cumpliesen determinadas circunstancias. Debido a este carácter, las leyes emplean el llamado *condicional contrafáctico*. El condicional contrafáctico no es el condicional material  $\supset$ , de la lógica matemática. Pues  $(P \supset Q)$  será verdadera siempre que 'P' sea falsa, sin tener en cuenta si 'Q' es verdadera o falsa. Así pues, si el condicional contrafáctico

Si este vaso frágil fuera golpeado se rompería

fuera el condicional material, entonces será verdadero de cualquier vaso frágil no golpeado; pero

Si este vaso frágil fuera golpeado no se rompería

también sería verdadero de cualquier vaso frágil no golpeado. Sin embargo, el último enunciado es falso y el primero verdadero referidos a un vaso frágil no golpeado, y por tanto, en este caso, el condicional contrafáctico no puede ser el condicional material.<sup>15</sup>

Los trabajos de Goodman y Chisholm influyeron en la Posición Heredada del siguiente modo. Algunos filósofos interpretaron sus escritos (mencionados en este apartado) de forma que llegaban a la siguiente conclusión: las nociones de ley científica y de condicional contrafáctico son fundamentalmente no extensionales, y sólo pueden especificarse usando lógicas no extensionales; además, estas nociones son fundamentalmente causales, y por tanto las leyes y los contrafácticos tendrán que desarrollarse usando una lógica de las modalidades causales. Esta interpretación de los escritos de Goodman y Chisholm impulsó un número considerable de intentos para desarrollar lógicas causales que

<sup>15</sup> Cf. Chisholm [1946], Sec. II.

podieran caracterizar los condicionales contrafácticos y las leyes naturales. Básicamente, estos intentos consistieron en añadir a las lógicas de primer y segundo orden operadores causales que tuvieran fuerza modal. Con mucho, los intentos más importantes fueron los realizados por Arthur Burks y Hans Reichenbach.<sup>16</sup> Aunque los resultados obtenidos no fueron completamente satisfactorios, estos desarrollos alcanzaron la suficiente importancia como para convencer a muchos filósofos de la ciencia de que una consideración adecuada de las teorías científicas, no debe interpretar las leyes extensionalmente sino como modalidades causales. Como consecuencia de ello, Carnap alteró en 1956 la cláusula (i) de la versión inicial de la Posición Heredada, sustituyéndola por

(i) La teoría se formula en una lógica matemática de primer orden con identidad, L, posiblemente incrementada con operadores modales.<sup>17</sup>

### C. *La distinción Observacional - teórico*

Si exceptuamos la cláusula (iv), la (iii) fue la cláusula que experimentó menos modificaciones que ninguna de las cinco cláusulas. No obstante, la distinción entre términos teóricos y observacionales (o de modo más amplio, entre observación directa y teoría) que supone dicha cláusula, constituye uno de los puntos más importantes en el que se apoyan las posiciones actuales en filosofía de la ciencia para criticar y rechazar la Posición Heredada. Será conveniente pues, examinar dicha distinción con cierto detalle.

La cláusula (iii) de la versión inicial de la Posición Heredada, estipula que los términos del vocabulario observacional  $V_o$  han de interpretarse como refiriéndose a objetos físicos directamente observables o a propiedades directamente observables de objetos físicos. En un principio, existía cierto desacuerdo entre los miembros del Círculo

<sup>16</sup> Cf. Burks [1951], [1955]; Reichenbach [1947], [1954]; ver también von Wright [1951].

<sup>17</sup> Carnap [1956], p. 42.

de Viena acerca de si los términos  $V_0$  debían recibir una interpretación fenomenalista (a base de *sense data*), o una interpretación fisicalista. Se pensó que las dos propuestas eran equivalentes en el sentido de que sólo constituían modos o formas diferentes de hablar acerca de la misma cosa. El Círculo de Viena optó muy pronto por el lenguaje fisicalista. Esta decisión está reflejada en la cláusula (iii).<sup>18</sup> Tras la decisión de emplear un lenguaje fisicalista se prestó muy poca atención a desarrollar o especificar la noción de 'directamente observable'. La mejor formulación de qué hay que entender por *directamente observable* se encuentra en Carnap.<sup>19</sup>

Un predicado 'P' de un language L se llama [directamente] *observable* para un organismo (p.e. una persona) N, si, respecto de argumentos adecuados, por ejemplo 'b', N es capaz, en circunstancias adecuadas, de llegar a una decisión, con ayuda de unas pocas observaciones, acerca de una sentencia completa, por ejemplo 'P(b)', es decir, a una confirmación de 'P(b)' o de ' $\sim P(b)$ ' con un grado alto de confirmación tal que N aceptará o rechazará 'P(b)'.

A continuación de este párrafo, Carnap advierte que:

Esta caracterización es necesariamente vaga... Pero en honor a la simplicidad haremos una clara distinción entre predicados observables y no observables.

<sup>18</sup> Esta caracterización del lenguaje fenomenológico y fisicalista como 'dos modos distintos de hablar para decir lo mismo' me parece harto confusa e incorrecta. Creo que los miembros del Círculo de Viena encontraron tan natural esta caracterización sólo porque su interés fundamental se centraba en el lenguaje y en relacionar lenguajes con lenguajes, pero no en relacionar lenguajes y teorías con la naturaleza. Creo igualmente que la confusión creada por esta caracterización de los mencionados lenguajes está a la base de la posibilidad de doble interpretación epistemológica que admite la Posición Heredada: la interpretación realista y la interpretación instrumentalista.

<sup>19</sup> Cf. Carnap [1936-37], Sec. 8.

Y un poco más adelante nos explica el alcance de semejante caracterización:

De acuerdo con la explicación dada, el predicado 'rojo', por ejemplo, es observable para una persona N que posea una percepción normal del color. Pues... ante una mancha [c] que se encuentre sobre la mesa, N es capaz en circunstancias adecuadas, por ejemplo si hay luz suficiente en c, de llegar a una decisión acerca de la sentencia completa "la mancha c es roja", después de unas pocas observaciones, a saber, mirando la mesa. Por otra parte, el predicado 'rojo' no es observable para una persona ciega al color. Y el predicado 'un campo eléctrico que produce tales o cuales efectos', no es observable para nadie porque aunque sepamos cómo comprobar la sentencia completa, no podemos hacerlo directamente, es decir, por medio de unas pocas observaciones; hemos de aplicar ciertos instrumentos, y por tanto hacer gran número de observaciones preliminares con el fin de descubrir si los objetos que tenemos delante son instrumentos apropiados.

En los escritos posteriores, los defensores de la Posición Heredada tomaron la noción de "ser directamente observable" como apromblemática y como generalmente aceptada, ofreciendo poco más que meros ejemplos para caracterizar la distinción. Del pasaje que acabamos de citar resulta evidente que, aunque se realizó alguna clarificación de la distinción, no se produjo ningún cambio importante en (iii) a lo largo de la evolución de la Posición Heredada. Sin embargo, la formulación por parte de Carnap de la distinción observacional-teórico, contiene rasgos implícitos que necesitan explicitarse para poder evaluar los ataques críticos que recibió dicha distinción. Vamos a ver algunos de estos rasgos.

La distinción observacional-teórico de Carnap es realmente una dicotomía doble. En primer lugar, Carnap hace una distinción entre, por una parte, aquellos objetos o entidades, sus propiedades e interrelaciones, que son suscepti-

bles de observación directa y, por otra, aquellos que no lo son. Esta distinción constituye una división de los componentes del mundo y sus atributos sobre la base de la capacidad sensorial normal de los seres humanos. En segundo lugar, se realiza una división del vocabulario no lógico (es decir, empírico) de una teoría en términos observacionales y términos no observacionales (o teóricos). Esta división establece que ciertas palabras empíricas de un lenguaje científico (por ejemplo el de la física) han de colocarse en  $V_o$  y el resto en  $V_T$ . Así pues, la cláusula (iii) afirma implícitamente la existencia de dos dicotomías, una de objetos y sus atributos, otra de términos en los lenguajes científicos. Ahora bien, lo importante es que, dada la teoría del significado sustentada por la Posición Heredada, ambas dicotomías han de ser coextensivas: es decir, los términos  $V_o$  corresponden a objetos y sus atributos directamente observables y sólo a ellos; los términos  $V_T$  corresponden a no-observables en el sentido indicado. Otro rasgo importante a explicar es el siguiente. La cláusula (iii) incluye implícitamente una concepción determinada sobre el conocimiento perceptivo. Demos por supuesto que pueden practicarse las dos dicotomías coextensivas que acabamos de mencionar. Entonces, según la Posición Heredada, las afirmaciones que pueden hacerse usando términos de  $V_o$  como sus únicos términos no lógicos, serán intersubjetivamente aproblemáticas en relación a su verdad: dos observadores cualesquiera que posean los términos de  $V_o$ , sin importar el trasfondo científico o teórico de dichos observadores, serán capaces de ponerse de acuerdo sobre la verdad de tales afirmaciones. Dicho de otra forma: los enunciados observacionales son científica y teóricamente neutrales, y aproblemáticos respecto de su verdad. Estas dos doctrinas implícitas en (iii) constituyen dos de las características de la Posición Heredada que han sido objeto de las más duras críticas por parte de sus oponentes, y que condujeron al derrumbamiento y rechazo de dicha posición.

D. *Versión Última de la Posición Heredada*

Incorporando en un cuadro coherente las modificaciones introducidas en las cláusulas de la versión inicial de la Posición Heredada, obtenemos su versión final que interpreta las teorías científicas como poseedoras de una formulación canónica que satisface las siguientes condiciones.<sup>20</sup>

1) Existe un lenguaje de primer orden  $L$  (posiblemente incrementado con operadores modales) en cuyos términos se formula la teoría, y un cálculo lógico  $K$  definido en términos de  $L$ .

2) Las constantes primitivas no lógicas o descriptivas (es decir, los "términos") de  $L$  se dividen en dos clases disjuntas:

$V_o$ , que contiene los términos observacionales;

$V_T$ , que contiene los términos teóricos o no observacionales.

$V_o$  debe contener al menos una constante individual.

3. El lenguaje  $L$  se divide en los sublenguajes siguientes, y el cálculo  $K$  se divide en los subcálculos siguientes:

a) *El lenguaje observacional*,  $L_o$ , es un sublenguaje de  $L$  que no contiene cuantificadores o modalidades; contiene los términos de  $V_o$ , pero ninguno de  $V_T$ . El cálculo asociado  $K_o$  es la restricción de  $K$  a  $L_o$ , y ha de ser de tal tipo que cualesquiera términos no- $V_o$  (es decir, términos no primitivos) de  $L_o$

<sup>20</sup> Suppe advierte que al examinar las modificaciones sufridas por la Posición Heredada, se ha centrado en los desarrollos y cambios efectuados por Carnap y Hempel (los protagonistas más importantes de la versión última de la Posición Heredada). Sin embargo, se dieron otros desarrollos y versiones realizados por otros autores. Suppe omite en su ensayo la consideración de estas versiones porque sus rasgos distintivos no hacen menos vulnerable la Posición Heredada a las críticas dirigidas contra ella. A título informativo citaré algunas de estas versiones: Duhem [1954], p. 19; Braithwaite [1953], cap. II; Reichenbach [1962], pp. 212-236; Nagel [1961], pp. 90 ss.; Kaplan [1964], pp. 298-299.

estén explícitamente definidos en  $K_o$ ; además,  $K_o$  debe admitir, al menos, un modelo finito.

b) *El lenguaje observacional lógicamente ampliado*,  $L_o'$ , no contiene ningún término  $V_T$ , y puede considerarse como formado por  $L_o$  incrementado con cuantificadores, modalidades, etc., de  $L$ . Su cálculo asociado  $K_o'$  es la restricción de  $K$  a  $L_o'$ .

c) *El lenguaje teórico*,  $L_T$ , es el sublenguaje de  $L$  que no contiene términos  $V_o$ ; su cálculo asociado,  $K_T$ , es la restricción de  $K$  a  $L_T$ .

Estos sublenguajes, desde luego no agotan a  $L$ , pues  $L$  contiene además *sentencias mixtas* (es decir, sentencias en las que ocurren al menos un término  $V_T$  y un término  $V_o$ ).

4)  $L_o$  y sus cálculos asociados reciben una *interpretación semántica* que cumple las condiciones siguientes:

a) El dominio de interpretación consta de eventos concretos observables; las relaciones y propiedades de la interpretación deben ser directamente observables.

b) Todo valor de cualquier variable de  $L_o$  debe designarse por una expresión de  $L_o$ .

5) *Una interpretación parcial* de los términos teóricos y de las sentencias de  $L$  que los contienen, viene proporcionada por las dos clases siguientes de postulados: los postulados teóricos  $T$  (es decir, los axiomas de la teoría) en los que sólo ocurren términos de  $V_T$ , y las reglas de correspondencia o postulados  $C$  que son sentencias mixtas. Las reglas de correspondencia  $C$  han de satisfacer las siguientes condiciones:

a) El conjunto de reglas  $C$  debe ser finito.

b) El conjunto de reglas  $C$  debe ser lógicamente compatible con  $T$ .

c)  $C$  no contiene ningún término extralógico que no pertenezca a  $V_o$  ó a  $V_T$ .

d) Cada regla de  $C$  debe contener al menos un término  $V_o$  y al menos un término  $V_T$ .

Llamando T al conjunto de los postulados teóricos y C al conjunto de reglas de correspondencia, entonces la teoría científica basada en L, T y C consiste en la unión de T y C, y se designa por 'TC'. Esta constituye la versión de la Posición Heredada más satisfactoria y sofisticada de cuantas se han desarrollado, y es la que asumimos en la segunda parte del presente trabajo que se ocupa de algunas de las posiciones alternativas a la Posición Heredada que han aparecido recientemente.

#### APÉNDICE: EL DESARROLLO DE LA CIENCIA SEGÚN LA POSICIÓN HEREDADA: REDUCCIÓN DE TEORÍAS

En esencia, los positivistas sostienen que, exceptuando las primeras versiones de una teoría, el progreso científico se realiza de una de las dos formas siguientes. Primera, después que una teoría científica haya alcanzado un grado alto de confirmación para sistemas de fenómenos de su alcance o rango original, se intenta ampliar la teoría de modo que abarque un rango más extenso de sistemas de fenómenos. Un ejemplo de este proceso citado con frecuencia es la extensión de la mecánica clásica de partículas a la mecánica de cuerpos rígidos. Segunda, algunas teorías con grados de confirmación altos han desaparecido al quedar subsumidas en, o *reducidas a*, otra teoría más general o comprehensiva. Por ejemplo se habla de la reducción de las leyes de Kepler a la dinámica de Newton. Estas dos formas en que, según los positivistas, se realiza el progreso científico suelen conocerse por tesis del desarrollo por reducción. La tesis de la reducción da lugar al siguiente cuadro del progreso o desarrollo científico: la ciencia establece teorías que, si llegan a alcanzar un grado alto de confirmación, se aceptan y continúan siendo aceptadas relativamente libres de peligro de disconfirmación posterior. El desarrollo de la ciencia consiste en la extensión de tales teorías a dominios más amplios (primera forma de la reducción de teorías), y en la incorporación de teorías confirmadas a teorías más comprehensivas (segunda forma de

reducción de teorías). La historia de la ciencia es, según esta explicación, un proceso acumulativo que amplía e incrementa los éxitos antiguos con éxitos nuevos; una vez aceptadas, las teorías antiguas ya no se rechazan o abandonan nunca. La tesis del desarrollo por reducción presupone la Posición Heredada, y el rechazo de esta tesis tiende a provocar serias dudas sobre la plausibilidad de la Posición Heredada. De hecho, el rechazo de la tesis acumulativa constituye la base del rechazo de la Posición Heredada por parte de Feyerabend, Hanson, Kuhn y Bohm. En efecto, todos estos autores basan sus posiciones en la historia real de la ciencia, y una atención suficiente a dicha historia muestra la inadecuación de la tesis por reducción: es evidente que a lo largo de la historia de la ciencia, muchas teorías, generalmente aceptadas en su tiempo, fueron eliminadas y abandonadas en una época posterior. La explicación del cambio científico, la elaboración de criterios con los que evaluar la eliminación de la teoría antigua y su sustitución por una teoría nueva, e incluso la posibilidad misma de que existan tales criterios, constituye el tema central de las filosofías de la ciencia de los autores que acabamos de citar, cosa que no ocurre en la Posición Heredada.

## II. ALTERNATIVAS A LA POSICIÓN HEREDADA Y CRÍTICA DE LAS MISMAS <sup>21</sup>

Vamos a examinar aquellas alternativas a la Posición Heredada que parecen ser las más influyentes y promete-

<sup>21</sup> Antes de considerar las alternativas a la Posición Heredada, el ensayo de Suppe dedica una sección entera al examen de las críticas que han surgido contra la Posición Heredada (Sección IV, pp. 62-118). En el presente artículo, algunas de esas críticas han sido introducidas ya al exponer el desarrollo de la Posición Heredada, y otras serán consideradas en esta segunda parte del artículo que se ocupa de las alternativas actuales a dicha posición. Por ello, pero sobre todo por limitaciones de espacio, omitiremos aquí la consideración sistemática y detallada de dichas críticas.

doras, así como algunas de las críticas que se han dirigido contra tales alternativas. Antes de entrar en materia, Suppe advierte que a diferencia de la Posición Heredada, estas distintas alternativas constituyen tópicos comunes de debate entre los filósofos de la ciencia actuales. Este hecho exige que el planteamiento de su examen sea algo distinto al del estudio de la Posición Heredada. Esta última constituye una concepción abandonada por la mayoría de filósofos de la ciencia y pertenece ya a la historia de la filosofía. El planteamiento que de la misma ha hecho Suppe ha sido el de un historiador analítico que conoce la suerte final del movimiento. Al abordar las alternativas propuestas en la actualidad, no se sabe qué les ocurrirá a estas concepciones, y por tanto el planteamiento histórico resulta inapropiado. Lo máximo que se puede intentar es ofrecer resúmenes de las mencionadas alternativas y algunas de las objeciones y críticas más importantes dirigidas contra ellas. Lo único que pretende esta parte del ensayo de Suppe es proporcionar una perspectiva lo más amplia posible que ayude a comprender la situación actual de la investigación en el campo de la filosofía de la ciencia.

Las varias alternativas propuestas a la Posición Heredada pueden agruparse en tres clases. a), análisis descriptivos de teorías que son escépticos acerca de la existencia de rasgos profundos comunes a todas las teorías; b), análisis que consideran las teorías en relación a una *Weltanschauung* o perspectiva conceptual de la que dependen los significados de los términos; c), Planteamientos semánticos.

### § 1. ANÁLISIS DESCRIPTIVOS ESCÉPTICOS

Algunos autores, particularmente interesados en la historia de la ciencia y en examinar cómo funcionan las teorías en la ciencia real, han quedado tan impresionados por la diversidad de teorías encontradas que desesperan de poder

aducir un análisis comprensivo de teorías que ofrezca propiedades comunes profundas a todas las teorías.<sup>22</sup>

Achinstein proporciona un ejemplo particularmente bueno de semejante posición escéptica.<sup>23</sup> Achinstein empieza su análisis planteando la siguiente cuestión: ¿Qué se significa al decir que alguien dispone de una teoría? y ofrece una serie de respuestas distintas. Voy a fijarme solo en dos de estas respuestas por el parentesco que presentan con el concepto de ciencia normal de Kuhn, otro autor muy condicionado por la historia real de la ciencia: 1) A dispone de una teoría, cuando A cree que T proporciona o proporcionará cierta comprensión de algo, y A cree que una de las principales funciones de la teoría T consiste en explicar, interpretar, solucionar enigmas o puzzles (recuérdese la caracterización de la ciencia normal por Kuhn como resolución de puzzles o enigmas; 2) A no conoce ninguna otra teoría, T', más fundamental a partir de la cual pueda derivarse el conjunto de proposiciones que abarca T (recuérdese la tesis kuhniana del paradigma único en tiempos de ciencia normal). Después de exponer estas respuestas (Achinstein ofrece unas seis), y en estrecha relación con ellas, Achinstein se pregunta qué ha de entenderse por una teoría y da la siguiente respuesta: T es una teoría, en relación a un contexto, si y sólo si T es un conjunto de proposiciones que (dependiendo del contexto) es (fue, podría haber sido, etcétera) no conocida como verdadera o falsa, sino creída como algo plausible, potencialmente explicativo, relativamente fundamental, y que constituye un algo integrado. Siempre que una teoría constituya una contribución para

<sup>22</sup> Esto plantea dos de los problemas más polémicos de la filosofía de la ciencia actual: 1) El problema de las relaciones mutuas entre filosofía e historia de la ciencia, y hasta qué punto sería correcta o fructífera una filosofía que sólo se atuviese a "lo que realmente sucede en ciencia", 2) El problema de si es posible una filosofía general de la ciencia (es decir, el problema de un criterio de demarcación generalizado), o de si, caso de no ser posible semejante filosofía general, sólo habría cabida para filosofías de ciencias particulares (filosofía de la física, de la biología, etc.).

<sup>23</sup> Cf. Achinstein [1968], Cap. 4.

la ciencia misma, es una teoría científica. Recuérdese el enfoque que hemos indicado antes y que consiste en atenderse sólo a “lo que de hecho hace o va haciendo la ciencia”. Después de esta caracterización de las teorías científicas, Achinstein fija su atención en el problema de la presentación o formulación de una teoría científica, y también aquí encuentra una gran diversidad de estas presentaciones que abarca desde presentar los supuestos centrales y distintivos de la teoría, pasando por aducir la motivación subyacente de la teoría, hasta ofrecer un desarrollo de la misma, y también, por supuesto, hacer una consideración de las instancias confirmadoras de la teoría.

Lo importante es la conclusión que se saca de la constatación de estas diversidades. Achinstein parece considerar el hecho de que las teorías puedan presentarse en una diversidad tan grande de formas, como indicativo de que un análisis de teorías no puede ofrecer un conjunto de características profundas que sean comunes a todas las teorías. Suppe comenta esta conclusión y dice que los filósofos de la ciencia no deberían quedar satisfechos con ellas, pues una consideración más atenta de la diversidad de teorías científicas revela que es posible agruparlas en clases relativamente homogéneas, y que por tanto, existe alguna razón para creer que las teorías de una determinada clase presentarán propiedades estructurales profundas que sean comunes a todas ellas. Tras este comentario, Suppe concluye que dada la importancia central de las teorías en ciencia, la filosofía de la ciencia debe investigar tales propiedades estructurales profundas; quedar satisfechos con el tipo de análisis aducido por Achinstein, equivaldría a dejar de hacer filosofía de la ciencia.

## § 2. ANÁLISIS DE “WELTANSCHAUUNGEN”

Reichenbach introdujo las expresiones *contexto de descubrimiento* y *contexto de justificación* para indicar la diferencia que existe entre el modo cómo se descubre un resultado científico y el modo en que dicho resultado se pre-

senta o formula, se justifica, se defiende, etc. Según Reichenbach, los problemas que plantea el contexto de descubrimiento conciernen propiamente a la psicología o a la historia, no a la filosofía; la epistemología se ocupa sólo del contexto de justificación.<sup>24</sup> Según este punto de vista, que ha sido defendido por casi todos los partidarios de la Posición Heredada, un análisis filosófico de las teorías puede ignorar los factores de la génesis de las teorías, centrándose su atención en las teorías en cuanto productos terminados. Un reducido grupo de filósofos<sup>25</sup> llegó muy pronto a la conclusión de que la tesis de Reichenbach era errónea. Por el contrario, estos filósofos concebían la ciencia como una tarea social en desarrollo. La comprensión epistémica completa de las teorías científicas sólo podía alcanzarse atendiendo a la dinámica del desarrollo de las teorías, su aceptación y rechazo, etc. Entender una teoría consistía en entender su uso y su desarrollo.<sup>26</sup> En consecuencia, se sostuvo que el contexto de descubrimiento constituía una ocupación esencial y legítima de la epistemología. Según esta concepción la filosofía de la ciencia debe prestar una gran atención a la idea de que la ciencia se desarrolla dentro de una perspectiva conceptual que determina en gran parte qué cuestiones vale la pena investigar y qué tipos de respuestas son aceptables. Dicho brevemente, la ciencia se hace desde dentro de una *Weltanschauung*, y la tarea de la filosofía de la ciencia consiste en analizar lo característico de las *Weltanschauungen* científicas. Un tal planteamiento para analizar la epistemología de la ciencia debe prestar, obviamente, una atención considerable a la

<sup>24</sup> Reichenbach [1938], pp. 6-7.

<sup>25</sup> Uno de los primeros filósofos que introdujo el llamado "contexto de descubrimiento" como tema propio de la filosofía de la ciencia, fue Popper. Ahora bien, creo que la distinción de Reichenbach surgió como respuesta a la 'lógica del descubrimiento' de Popper; recuérdese que la edición alemana de su obra (*Logik der Forschung*) data de 1935.

<sup>26</sup> La obra del segundo Wittgenstein sobre lenguaje y psicología, parece haber desempeñado un papel catalítico en el origen de este punto de vista, especialmente en Toulmin y Hanson.

historia de la ciencia y a los factores sociológicos. En consecuencia, los intereses de los filósofos de la ciencia coinciden en parte con los del historiador y sociólogo de la ciencia. En esta § 2, resumiremos las principales posiciones de este tipo.

#### A. *Toulmin*

El primero de estos análisis fue propuesto por Toulmin.<sup>27</sup> Según Toulmin, la función de la ciencia estriba en construir sistemas de ideas que se refieren a la naturaleza. Estos sistemas de ideas o teorías cumplen dos funciones; la función principal de las teorías es proporcionar explicaciones de regularidades reconocidas, la predicción es sólo una función secundaria: constituye un artificio o tecnología, una aplicación de la ciencia más que la médula de la ciencia misma. Ahora bien, ¿cómo proporciona la ciencia explicaciones? Toulmin nos dice que, para un dominio determinado, la ciencia asume que ciertos patrones de comportamiento son naturales y esperados; lo esperado no requiere explicación, sino sólo lo inesperado. La tarea de una teoría consiste, pues, en *especificar* tales patrones esperados de comportamiento, y en *explicar* las desviaciones que se produzcan respecto de dichos patrones. Planteado así el problema, surge de modo espontáneo la cuestión: ¿Cómo consigue una teoría realizar esta tarea? Para contestar a esta pregunta, Toulmin introduce la noción de *ideal del orden natural*.

El ideal del orden natural, especifica cierto "curso natural de sucesos" que no requiere explicación. Por supuesto, no existe ningún conjunto de fenómenos que realice o cumpla alguna vez semejante ideal de un orden natural; los fenómenos se desvían siempre de este ideal en una manera u otra. Para explicar estas desviaciones, la teoría ofrece varias leyes que especifican las formas de desviación del ideal del orden natural. Un ejemplo ilustrativo muy simple lo constituye el principio de la propagación rectilínea de la

<sup>27</sup> Cf. Toulmin [1953] y [1961].

luz en óptica geométrica; este principio ("la luz se propaga en línea recta"), representa el ideal de un orden natural. Los fenómenos de refracción son desviaciones de este ideal. Semejantes desviaciones del ideal se explican por medio de la ley de Snell, que da razón de los fenómenos de refracción.<sup>28</sup> Así pues, una teoría consta, al menos, de dos componentes: 1) ideales del orden natural; y 2) otras leyes que dan razón de las desviaciones fenoménicas respecto de estos ideales. Después de especificar los componentes de una teoría, Toulmin examina con más detalle la relación que dichos componentes guardan con los fenómenos. Un ideal del orden natural posibilita representar los fenómenos de una cierta manera, proporciona representaciones diagramáticas de los fenómenos (por ejemplo, el principio de propagación rectilínea posibilita representar la luz como líneas rectas). Por constituir métodos de representación, dichos ideales no son ni verdaderos ni falsos, sino más o menos "útiles" o "fecundos". Así mismo, las leyes de la naturaleza (segundo componente de las teorías) proporcionan formas de representar el modo como los fenómenos se desvían del ideal del orden natural. Por ejemplo, la ley de Snell proporciona un modo de representar la inflexión de los rayos de luz, que ocurre cuando uno de estos rayos incide sobre la superficie que separa dos medios.<sup>29</sup> Otro elemento importante de la posición de Toulmin es la idea que este autor tiene sobre el *alcance* o rango de la ley. Por ejemplo, la ley de Snell tiene un alcance de aplicabilidad restringido, pues existen materiales cristalinicos (tales como el espato de Islandia) que no se conforman a dicha ley. Ahora bien, Toulmin nos dice que, en ciencia, no es usual establecer el alcance de la ley al formular la ley misma; dicho alcance de la ley se establece por separado, y a menudo no llega a conocerse hasta después de

<sup>28</sup> Toulmin [1953], Cap. 3, aduce este ejemplo.

<sup>29</sup> El enunciado de la ley de Snell afirma que la razón del seno del ángulo de incidencia al seno del ángulo de refracción es siempre una cantidad constante respecto de esos dos medios. En forma de ecuación,  $\text{sen } \theta_1 / \text{sen } \theta_2 = \mu$ .

haber sido aceptada la ley. La razón de ello, dice Toulmin, es que las leyes, por constituir métodos de representación, no son ni verdaderas ni falsas; sin embargo, los enunciados referentes al alcance son verdaderos o falsos, y constituyen afirmaciones factuales acerca de que tales y tales fenómenos pueden representarse por medio de tales y tales leyes, es decir, dentro del error de medida, puede observarse que los fenómenos cumplen o realizan la ley. Pero las leyes no son sólo medios de representar regularidades de los fenómenos; son además artificios de representación que posibilitan obtener inferencias acerca de los fenómenos; en cuanto tales, las leyes son reglas para obtener inferencias, y como cualquier otra clase de reglas no son verdaderas o falsas, aunque los enunciados acerca de su rango de aplicabilidad pueden ser verdaderos o falsos. La explicación que da Toulmin de las teorías es claramente instrumentalista; las teorías son reglas para sacar inferencias, y en cuanto tales no son verdaderas ni falsas.

Pasamos ahora a exponer la posición de Toulmin sobre el desarrollo de la ciencia. La teoría, como hemos visto, incluye ciertos ideales del orden natural. Estos ideales son presuposiciones acerca de los fenómenos que "llevan en sí su propia comprensión" en el sentido de que no necesitan explicación. Estas presuposiciones constituyen un sistema conceptual o *Weltanschauung* que determina las cuestiones que habrá de plantear el científico y los presupuestos que subyacen a su teorizar. Dichos sistemas determinan incluso lo que habrá de considerarse como 'hechos'. Ahora bien, investigaciones ulteriores, cambios en el clima intelectual, etcétera, pueden producir la disminución de la utilidad de una teoría al descubrir restricciones adicionales en su alcance, o por haber surgido nuevas cuestiones importantes que la teoría no puede contestar. La utilidad de las teorías se juzga, pues, por relación a las presuposiciones e intereses de los científicos, y en consecuencia la aceptabilidad de teorías depende en parte de tales presuposiciones e intereses. En suma, las teorías científicas se formulan, se evalúan, se mantienen, se desarrollan y eliminan en relación

a una *Weltanschauung*. Esta *Weltanschauung*, se desarrolla de modo dinámico, y puede cambiar al mismo tiempo que la teoría se va desarrollando. Esta explicación del desarrollo o cambio científico tiene carácter evolucionista, es decir, se produce de forma gradual y no según cambios bruscos o revoluciones.<sup>30</sup> El punto de vista de que las teorías llevan asociada una tal *Weltanschauung* es claramente incompatible con la explicación del desarrollo de la ciencia según la tesis de la reducción de teorías y por tanto la concepción de Toulmin implica una negación de la doctrina sostenida por la Posición Heredada acerca de tal desarrollo.

Hasta aquí, la posición de Toulmin. A continuación, Suppe critica con cierto detalle el instrumentalismo de Toulmin, y termina haciendo una evaluación general de los puntos de vista de este autor. La crítica al instrumentalismo se basa en dos puntos principales. El primero, consiste en una crítica a la noción que sostiene Toulmin acerca del rango o alcance de aplicabilidad de una teoría. Como hemos visto, según Toulmin, los alcances de las teorías no se especifican al formular las leyes y ello hace de las leyes y teorías enunciados de regularidades con alcance indeterminado. Este hecho impulsa a Toulmin a afirmar que las teorías no son ni verdaderas ni falsas. Suppe, a efectos de realizar su crítica, distingue dos sentidos de 'alcance' de una teoría. Dice que por 'alcance' Toulmin significa el rango de aplicación correcta, pero otro significado de 'alcance' es el de rango de aplicación pretendido. Según el primer sentido, el rango de aplicación correcta se encuentra a veces especificado, pero no siempre. Toulmin tendría razón, pues, al afirmar que el alcance, en este sentido, a menudo no se encuentra expresado. Pero, cuando se propone una ley o teoría, se hace siempre respecto de un *alcance pretendido*, y aceptarla lleva consigo el compromiso de aceptar que la teoría representa adecuadamente todos los sistemas que se encuentran dentro del alcance

<sup>30</sup> Cf. Toulmin [1970], donde el autor defiende esta concepción evolucionista frente a la explicación revolucionaria del cambio científico por parte de Kuhn.

pretendido. La formulación de la ley incluye casi sin excepción tal alcance pretendido (incluso en el ejemplo favorito de Toulmin, la ley de Snell). De este modo, la ley puede interpretarse como verdadera o falsa respecto de los sistemas de su alcance pretendido. El segundo punto de crítica que plantea Suppe, se refiere al carácter de reglas de inferencia atribuido por Toulmin a las leyes científicas. Toulmin defiende que las leyes son reglas porque sus deficiencias o fracasos no nos obligan a abandonarlas para siempre; por el contrario afirma Toulmin, lo que hacemos es modificar el enunciado del alcance; si las leyes son reglas, ello nos posibilita dar razón de esta característica de las leyes. Suppe argumenta, que este no abandono de las leyes por causa de sus deficiencias, puede explicarse de modo más natural si consideramos que las leyes son verdaderas o falsas. En efecto, las leyes son *múltiplemente generales*, es decir, su representación por medio de una fórmula lógica exigiría varios cuantificadores. A causa de esta generalidad múltiple, la ley podría falsarse de múltiples formas diferentes. De este modo, cuando ocurre una u otra forma de falsación, ello no exige el abandono completo de la ley; sino que se continúa empleando haciendo notar que su alcance ha quedado restringido.

Tras esta crítica al instrumentalismo, Suppe ofrece una evaluación general de la Posición de Toulmin. Dice: creo que Toulmin tiene razón cuando afirma que las teorías, *inter alia*, proporcionan métodos para representar fenómenos y que la aceptabilidad de teorías se juzga en gran parte sobre la base de lo bien que las teorías se adaptan a las presuposiciones de una ciencia, a los intereses y orientación conceptual de los científicos. Creo también que Toulmin tiene razón al subrayar que los términos de leyes y teorías son dependientes de las teorías (contra la distinción teórico-observacional de la Posición Heredada). Pero Toulmin no ha conseguido mostrar que estas características de la ciencia exigen la adopción del instrumentalismo.<sup>31</sup>

<sup>31</sup> Es interesante observar que Suppe no se pronuncia sobre el tema del desarrollo de la ciencia en la posición de Toulmin. Esta

B. Kuhn

El problema fundamental de *La Estructura de las Revoluciones Científicas de Kuhn*,<sup>32</sup> es el problema del cambio científico. Su tesis es que el desarrollo por reducción, desarrollo acumulativo, es incompatible con la historia real de la ciencia; en ésta el cambio científico aparece como fundamentalmente revolucionario. Brevemente, su tesis afirma que "las revoluciones científicas son... aquellos episodios de desarrollo no acumulativo, en los que un paradigma más antiguo es sustituido en su conjunto o en parte por otro nuevo e incompatible."<sup>33</sup>

En el desarrollo de esta tesis, el concepto central de paradigma se usa con extrema libertad. Masterman,<sup>34</sup> ha encontrado en la obra de Kuhn 21 sentidos diferentes de 'paradigma', no todos compatibles entre sí. Shapere,<sup>35</sup> uno de los críticos más conspicuos de Kuhn, afirma que el término 'paradigma' cubre un rango de factores que comprende de una u otra forma leyes y teorías, modelos, criterios y métodos (tanto teóricos como instrumentales), vagas intuiciones, creencias metafísicas (explícitas o implícitas) y prejuicios; y añade en tono sarcástico que cualquier cosa que haga posible que la ciencia lleve a cabo cualquier cosa

observación es extensible a todas las críticas y evaluaciones que hace Suppe de los análisis de *Weltanschauungen*. Ello no es sorprendente. Como hemos indicado en la introducción, Suppe está fundamentalmente interesado en la estructura interna de las teorías y dicha estructura es lo que intenta esclarecer o indagar a lo largo de su ensayo. Si tenemos en cuenta que el tema del cambio científico ocupa un lugar esencial en las posiciones que estamos examinando, y que constituyó una de las piezas clave para el rechazo de la Posición Heredada, no será difícil, creo, convenir que el planteamiento de Suppe introduce un sesgo distorsionador en su exposición de los análisis de *Weltanschauungen*: el sesgo de relegar a un lugar secundario y derivado un punto que, en dichos análisis, es primordial y determinante.

<sup>32</sup> Kuhn [1962].

<sup>33</sup> Cf. Kuhn [1962], p. 91.

<sup>34</sup> Cf. Masterman [1970].

<sup>35</sup> Cf. Shapere [1964].

puede formar parte de un paradigma. Kuhn ha aceptado en gran parte estas críticas,<sup>36</sup> y en *Segundos Pensamientos sobre Paradigma*, Kuhn [1971], admite que su uso de 'paradigma' confunde e identifica dos nociones completamente distintas: a) *Ejemplares*, que constituyen soluciones de problemas concretos aceptados por la comunidad científica y b) *matrices disciplinares*, que están formadas por elementos compartidos que explican el carácter relativamente aporoflemático de la comunicación profesional. Los componentes de las matrices disciplinares abarcan generalizaciones simbólicas, compromisos compartidos de creencias, modelos, valores y ejemplares compartidos. Es decir, los ejemplares están incluidos en las matrices disciplinares, pero constituyen uno de los componentes particularmente relevantes de estas últimas que merece una consideración separada e independiente. Hecha esta distinción, Suppe nos dice cuál va a ser su planteamiento de la posición de Kuhn: Haciendo uso de esta distinción va a intentar exponer las características principales del libro de Kuhn *La Estructura de las Revoluciones Científicas*, pero que al hacer esto, no intenta predeterminar la substancia del artículo de Kuhn *Segundos Pensamientos sobre Paradigmas*.<sup>37</sup>

Si el cambio científico es fundamentalmente revolucionario, ello indica que debe haber también períodos no revolucionarios, y el punto de partida de Kuhn consiste en

<sup>36</sup> Los escritos en que Kuhn contesta a las críticas, y, en su caso, revisa la posición sostenida en su [1962] teniendo en cuenta dichas críticas son los siguientes: Kuhn [1969], [1970], [1970a] y [1971].

<sup>37</sup> Creo que Suppe se está refiriendo aquí a la polémica planteada por Musgrave en su artículo "Kuhn Second Thoughts"; cf. Musgrave [1971]. Musgrave defiende en su artículo que el nuevo énfasis sobre la estructura micro-comunitaria de la ciencia que aparece en los últimos escritos de Kuhn, cambia por completo la posición kuhniana tal y como se expone en Kuhn [1962]. La aclaración de Suppe vendría a decir que, sea cual fuere el resultado final de esta polémica, él va a centrarse en la posición que Kuhn expone y defiende en su [1962], *La Estructura de las Revoluciones científicas*. Pienso que, en principio, este planteamiento es correcto, aunque supone prescindir de muchas y valiosas revisiones que Kuhn mismo ha introducido en su posición original.

caracterizar la naturaleza de la ciencia no revolucionaria, es decir, la 'ciencia normal'.<sup>38</sup> La característica de la ciencia normal estriba en ser llevada a cabo por una comunidad científica que comparte firmes respuestas a cuestiones como ¿cuáles son las entidades fundamentales de las que el universo está compuesto? ¿Cómo interactúan tales entidades entre sí y con los sentidos? ¿Qué cuestiones pueden plantearse legítimamente acerca de tales entidades y qué técnicas pueden emplearse para buscar soluciones? En resumen, la característica de la ciencia normal consiste en estar realizada por comunidades científicas que comparten una matriz disciplinar común. Las matrices disciplinares, por constituir un tipo de *Weltanschauung* científica, no son susceptibles de una caracterización completamente explícita,<sup>39</sup> y no pueden adquirirse por estudio de una codificación explícita de las mismas. Por el contrario, las matrices disciplinares se adquieren implícitamente a través de un proceso educativo por el que se llega a ser un práctico autorizado en la disciplina científica. Esta adquisición implícita empieza por el estudio de una zona de la matriz disciplinar que puede formularse explícitamente: los ejemplares. La característica de los ejemplares es el constituir aplicaciones arquetípicas de generalizaciones simbólicas (leyes o teorías) a los fenómenos (naturaleza). Suppe observa a continuación que nadie niega que el estudio de ejemplares (representados en los problemas de final de capítulo de los libros de texto), forme parte de la base educacional del científico,<sup>40</sup> pero Suppe parece cuestionar el que, según Kuhn,

<sup>38</sup> Como ejemplo ilustrativo de lo dicho en la nota anterior, cabría señalar que el punto de partida como queda reformulado en *Segundos Pensamientos sobre Paradigmas*, no es una consideración de la ciencia normal o de la naturaleza de los paradigmas, sino la identificación de comunidades científicas.

<sup>39</sup> Cf. Kuhn [1962], Secs. IV y V.

<sup>40</sup> Esta observación de Suppe me parece completamente irrelevante. El problema no está en que nadie lo haya negado, sino en que hasta el presente nadie ha dedicado la suficiente atención a la importancia y consecuencias que tiene este proceso educativo del científico: el aprendiz de científico es educado para hacer ciencia

el científico obtenga su matriz disciplinar a partir del estudio de ejemplares. Así pues, reformulando la tesis de Kuhn, diremos que la ciencia normal se realiza por comunidades científicas cohesionadas por una matriz disciplinar común, matriz que se adquiere a través de un aprendizaje que se caracteriza por el estudio de ejemplares compartidos y aceptados por la comunidad científica en cuanto arquetipos de ciencia buena. Kuhn descubre que el tipo de aprendizaje y entrenamiento por el que se pasa antes de conseguir la admisión en una comunidad científica es tal que los miembros de una comunidad científica llegan a interpretar sus generalizaciones simbólicas de la misma forma, y por ello asignan el mismo significado a los términos teóricos que emplean. De hecho, incluso el lenguaje de los *datos* (lenguaje observacional) es dependiente de la matriz disciplinar, y en consecuencia no existe ningún lenguaje observacional neutral.

Así caracterizada la ciencia normal, Suppe procede a exponer su contenido; es decir, ¿qué tipo de cosas hace la ciencia normal? Las generalizaciones simbólicas, en cuanto son componentes de una matriz disciplinar o *Weltanschauung*, no se encuentran nunca interpretadas de forma completa y explícita; su única interpretación es la suministrada *implícitamente* por los ejemplares y por la perspectiva de modelar nuevas aplicaciones de su formalismo sobre la base de dichos ejemplares. Así pues, las generalizaciones simbólicas y sus interpretaciones son susceptibles de ulterior articulación y especificación: los nuevos métodos de aplicar el formalismo a una variedad cada vez más amplia de fenómenos, exigen desarrollo e investigación; la precisión con la que las generalizaciones simbólicas se aplican a áreas cubiertas por los ejemplares, puede mejorarse (por ejemplo, determinando de forma más precisa distintos coeficientes físicos tales como los coeficientes de atracción gravitacional). Dicho brevemente, los ejemplares

normal, y la ciencia normal es esencialmente conservadora, luego el aprendiz de científico (el estudiante de las facultades de ciencias) es educado para hacer ciencia conservadora.

dejan un número considerable de cuestiones abiertas o *puzzles* referentes a cómo las generalizaciones simbólicas se aplican a una variedad de fenómenos siempre en aumento. La solución de estos enigmas o *puzzles*, desde dentro del marco, límites y perspectiva suministrados por la matriz disciplinar, constituye la tarea fundamental de la ciencia normal. Si esto es así, resulta que la ciencia normal constituye una actividad acumulativa dedicada a aumentar el éxito inicial de los ejemplares. Su tarea consiste en la extensión y ulterior articulación de la matriz disciplinar: consiste en el intento de subsumir una clase de fenómenos cada vez mayor en la concepción básica del mundo proporcionada por la matriz disciplinar en desarrollo. La ciencia normal no apunta a la producción de novedades concierne a hechos o teorías, por el contrario su objetivo consiste en mostrar que nada es nuevo, que todo está de acuerdo con sus generalizaciones tal y como son interpretadas por la matriz disciplinar. Aunque la ciencia normal no pretende producir novedades de hechos, en su intento por articular cada vez más la matriz disciplinar, choca invariablemente con fenómenos anómalos que no consiguen concordar con sus expectativas. Cuando se descubren tales anomalías, el área anómala es sometida a una exploración más o menos extensa con la esperanza de que, al fin, podrá cuadrar con la concepción del mundo proporcionada por la matriz disciplinar. Mientras tanto, el fracaso en resolver anomalías se atribuye a la impericia del científico o a deficiencias en los instrumentos experimentales, pero nunca a la incorrección de la teoría (aspecto dogmático o Principio de tenacidad en la ciencia normal). Ahora bien, si tal esfuerzo no tiene éxito, si las anomalías no consiguen disiparse, se desemboca en una crisis científica. Semejante crisis prepara la escena para una revolución científica.

Antes de continuar con la exposición que nos ofrece Suppe de la posición de Kuhn, me gustaría hacer dos observaciones referentes a las anomalías. La primera, consiste en subrayar el papel que las anomalías desempeñan en la emergencia de crisis científicas y, en último término,

en el surgimiento de revoluciones científicas. Cualquiera que sea el papel que Kuhn atribuya a los factores sociológicos y psicológicos en los periodos de cambio revolucionario (y se trata de un papel central), creo que no habría que olvidar este aspecto interno (¿lógico?) de su posición: el papel de las anomalías como desencadenantes de la crisis, anomalías que tendrán que quedar resueltas en el paradigma post-revolucionario (ver más adelante). La segunda observación se refiere a la posibilidad misma de que surjan anomalías según el planteamiento de Kuhn. En efecto, si la aplicación de las generalizaciones simbólicas a los fenómenos está determinada por la matriz disciplinar, o de modo más general, si los hechos están determinados por dicha matriz, es decir, son teóricamente sesgados (según una terminología más conocida), ¿cómo pueden surgir hechos contrarios (anomalías) a la matriz disciplinar? ¿Qué otra matriz o teoría determina el descubrimiento y formulación de estos hechos contrarios? La respuesta a la primera cuestión, pienso, es perfectamente formulable desde la misma posición kuhniana. La objeción a la posición de Kuhn que lleva implícita esta pregunta surge de una confusión entre el concepto de teoría como algo perfectamente explicitado y la noción de *Weltanschauung* o matriz disciplinar (que por definición es algo que no alcanza nunca una explicitación completa). Si los hechos estuvieran determinados por una teoría del primer tipo, semejante determinación sería absoluta y no se explicaría la emergencia de hechos contrarios a la teoría. Habría necesidad, pues, de postular la tesis de un lenguaje observacional neutral. Pero ello no sucede así en la matriz disciplinar; ésta por definición, no está perfectamente especificada, y en el intento de especificar, precisar y articular cada vez más estas zonas ambiguas o imprecisas de la matriz disciplinar es como puede llegar a descubrirse que hay fenómenos que no se ajustan a las expectativas de dicha matriz. Ilustrando este argumento con la analogía de que las teorías son redes, diría que en una teoría del primer tipo está explicitado, entre otras cosas, el tamaño de los agujeros de la red, y por tanto los peces

(hechos) que se pueden recoger con ella. En una matriz disciplinar dicho tamaño no está explicitado (al menos para algunas zonas de la red) y, por tanto, pueden colarse por ella peces de tamaño y características no previstas. Para contestar la segunda pregunta referente a la teoría que posibilitaría el descubrimiento y formulación de estos hechos contrarios o anomalías, no veo otra forma de hacerlo que aceptar otras teorías alternativas (más o menos elaboradas) a la teoría predominante. Me refiero a las tesis pluralistas de Lakatos y Feyerabend. Pero entonces, la teoría kuhniana del dominio de paradigma único en tiempos de ciencia normal tendría que ser debilitada (admisión del principio de proliferación de teorías).

Terminado este inciso, volvemos ahora a la exposición de la explicación que ofrece Kuhn del cambio científico. Cuando se descubren anomalías que van contra las expectativas de la comunidad científica, y cuando fracasan los repetidos intentos de reconciliarlas con la concepción del mundo proporcionada por la matriz disciplinar, este fracaso puede dar lugar a una inseguridad profesional dentro de la comunidad científica. La concepción del mundo proporcionada por su matriz disciplinar ya no parece adecuada para cubrir todos los fenómenos. Mientras las anomalías continúan resistiéndose a la acomodación, las alteraciones en la matriz disciplinar, introducidas con el fin de conseguir dicha acomodación, se hacen cada vez más *ad hoc*, y cada vez cuentan con menos unanimidad entre la comunidad científica acerca de cuáles alteraciones son legítimas y cuáles no. Ahora bien, puesto que las teorías son generalizaciones simbólicas interpretadas, los diferentes cambios introducidos en las generalizaciones simbólicas (consecuencia de los cambios en la matriz disciplinar) llevan a una situación caracterizada por la proliferación de teorías: diferentes miembros de la comunidad científica formulan y emplean teorías diferentes, y por tanto ya no hay una sola teoría, paradigma o matriz disciplinar que sea la posesión común de la comunidad. En realidad, puesto que la posesión común de una matriz constituye el marco de una

comunidad científica, lo que antes (periodos de ciencia normal) era una comunidad científica ya no lo es; y puesto que ya no es una comunidad científica con una matriz disciplinar compartida, ya no se hace ciencia normal. Nos encontramos en una crisis revolucionaria: la crisis del derrumbamiento de la comunidad científica provocada por la pérdida de su matriz disciplinar compartida.

Ahora bien, y esto es muy importante, tal crisis es una condición previa necesaria para que se dé una revolución científica, pero por sí misma no constituye una condición suficiente. Dicho con palabras del mismo Kuhn: "aunque los científicos pueden empezar a perder la fe y a considerar otras alternativas, no renuncian a la teoría<sup>41</sup> que les ha conducido a la crisis. Por ejemplo, no tratan las anomalías como contraejemplos... *la decisión de rechazar una teoría por otra es siempre simultánea a la decisión de aceptar otra teoría diferente*".<sup>42</sup> Así pues, antes de que sea rechazada una matriz disciplinar debe emerger otra que la sustituya. La revolución científica consiste en el cambio de lealtad desde la antigua matriz disciplinar a la nueva. Esta sustitución será el producto de la investigación extraordinaria.

Lo más característico de la investigación extraordinaria radica en que constituye una tarea individual, y no comunitaria como lo era la ciencia normal. Diferentes cientí-

<sup>41</sup> Kuhn [1962], p. 77. Habría que observar que en este texto Suppe sustituye el término 'paradigma' por el de 'teoría'. Kuhn, en 'Segundos Pensamientos sobre Paradigmas', manifiesta serias reservas sobre esta lectura e interpretación que hace Suppe del término 'paradigma'. Semejante lectura viene condicionada e impuesta, creo, por el enfoque inicial del ensayo de Suppe: el estudio de la estructura de las teorías científicas.

<sup>42</sup> En oposición a la doctrina de Popper, según la cual una vez una teoría queda falsada por anomalías-contraejemplos debe ser rechazada, exista o no otra teoría disponible que la sustituya. Esta característica del cambio científico según Kuhn, constituye un paralelismo importante con la tesis de Lakatos de que no se sustituye un programa de investigación regresivo o estancado antes de la emergencia histórica de otro programa progresivo que lo sustituya. Cf., por ejemplo, Lakatos [1970].

ficos trabajan ahora desde dentro de matrices disciplinares diferentes e intentan producir teorías especulativas que, caso de tener éxito, consigan reajustar las anomalías. La proliferación de teorías competitivas, la voluntad de cambiar algo, la manifestación explícita de descontento, el recurso a la filosofía y al debate sobre fundamentos, son síntomas de la transición desde la ciencia normal a la ciencia extraordinaria. La investigación extraordinaria puede resolver la crisis mediante una revolución científica, lo cual se produce del modo siguiente: Emerge un nuevo candidato a matriz disciplinar, y sigue una batalla sobre su aceptación. La nueva teoría que se va perfilando, a diferencia de la proporcionada por, o asociada a, la antigua matriz disciplinar, ha de ser capaz de reducir a la legalidad científica las anomalías que provocaron la crisis. La nueva teoría debe permitir predicciones que sean diferentes de las que se derivaban de las de su predecesora. Esta diferencia no podría ocurrir si las dos teorías fueran lógicamente compatibles. En los primeros pasos de la revolución científica, la mayor parte de la comunidad científica pre-revolucionaria continuará adhiriéndose a la antigua matriz disciplinar, y una pequeña minoría se declarará solidaria del nuevo candidato. Producida así una escisión en dos campos opuestos, continúa el debate sobre la adecuación del nuevo candidato, hasta que la minoría partidaria de la nueva matriz consiga vencer e imponerse a la comunidad antigua (base sociológica de la explicación del cambio científico según Kuhn), iniciándose así otro período de ciencia normal.

### C. *Hanson*

Según N. R. Hanson, el mayor defecto de la Posición Heredada consiste en que limita su atención al producto acabado del teorizar científico y en que no concede atención alguna al proceso de razonamiento según el cual las leyes, hipótesis y teorías reciben su primera formulación

tentativa.<sup>42</sup> Es decir, existe un predominio en la Posición Heredada del contexto de justificación sobre el contexto de descubrimiento. Además, al examinar dicho contexto de descubrimiento, al examinar el modo cómo un científico descubre o propone tales leyes, hipótesis o teorías, se descubre que el científico no busca algo semejante al sistema deductivo físicamente interpretado de la Posición Heredada, en el que los datos son consecuencias derivables; por el contrario, su investigación inicial busca una explicación de los datos, busca un patrón (*pattern*) conceptual en cuyos términos sus datos habrán de encajar de forma inteligible con otros datos conocidos.<sup>43</sup> En *Patterns of Discovery* (Hanson [1958]), Hanson examina este proceso de descubrimiento y formula un análisis de teorías según el que "las teorías físicas proporcionan *patterns* dentro de los cuales los datos se muestran inteligibles".<sup>44</sup> Tales teorías no se descubren por medio de generalizaciones inductivas a partir de los datos, sino más bien retroductivamente infiriendo hipótesis a partir de datos ya conceptualmente organizados. Al desarrollar este análisis, Hanson intenta mostrar en primer lugar que la observación y los hechos están profundamente impregnados de organización conceptual. Luego apoyándose en conclusiones, desarrolla una lógica del descubrimiento (*razonamiento retroductivo*),<sup>45</sup> que intenta ofrecer la "verdadera lógica" según la cual se formulan o proponen las leyes y teorías. Al hacer esto, desarrolla su análisis de las teorías y hace observaciones conceptuales ulteriores sobre el teorizar científico.<sup>46</sup> Es interesante sub-

<sup>42</sup> Cf. Hanson [1953c], p. 71.

<sup>43</sup> *Ibid.*, p. 72.

<sup>44</sup> *Ibid.*, p. 90.

<sup>45</sup> Habría que distinguir, sin embargo, la lógica del descubrimiento de Hanson de la de Popper. La lógica del descubrimiento de Popper acentúa más el aspecto de cómo se eliminan teorías y cómo se sustituyen por otras teorías ya maduras o perfectamente elaboradas; Popper no insiste tanto en el proceso mismo de elaboración o maduración de las hipótesis y teorías.

<sup>46</sup> Habría que observar, sin embargo, que la preocupación central de Hanson no es dicho análisis abstracto de teorías, sino el proceso de su descubrimiento.

rayar que Hanson ha aplicado su doctrina a un episodio concreto de la ciencia: el proceso del descubrimiento del positrón.<sup>48</sup>

Lo anterior constituiría una enumeración de los principales puntos o temas que aborda la obra de Hanson. Voy a desarrollar brevemente sólo dos de ellos por ser, quizá, los menos conocidos: el punto de qué sea y cómo funciona un *pattern conceptual*, y su concepción del *razonamiento retroductivo*. Para ilustrar el primer punto voy a fijarme en el problema de la causalidad. Hanson intenta desacreditar la concepción de Laplace según la cual, si se conociese el estado del universo en un momento determinado y dispusiésemos de una lista de todas las leyes causales, sería posible predecir todo evento de la historia del mundo. Esta posición incluye implícitamente la concepción de que las relaciones causa-efecto son como eslabones de una cadena. Hanson defiende que la plausibilidad de una tal cadena causal se limita a sucesos fortuitos o accidentes espectaculares. La razón por la que la concepción de la cadena causal resulta generalmente insatisfactoria radica en que semejante concepción está cargada de asunciones y presupuestos teóricos. Estos supuestos son de tal tipo que, sin ellos, la causa no sería suficiente para producir el efecto. La explicación correcta de la causalidad, según Hanson, es como sigue. La razón fundamental por la que nos referimos a la causa de  $x$  consiste en explicar  $x$ , y sólo se obtiene una explicación de  $x$  cuando se ha situado dentro de un *pattern* de conceptos entrelazados acerca de otras cosas  $y$  y  $z$ . De esta forma, al identificar algo como la causa  $x$  del efecto  $y$  en el contexto de varias asunciones y presupuestos teóricos, lo que hacemos es incorporar  $x$  e  $y$  al *pattern conceptual* de una teoría, *pattern* que las hace inteligibles y garantiza las inferencias de  $x$  a  $z$ . Y concluye Hanson, "las causas ciertamente están conectadas con los efectos; pero ello se debe a que nuestras teorías las conectan, no a que el mundo físico se conserve aglutinado por medio de una

<sup>48</sup> Hanson (1963).

especie de pasta cósmica.<sup>46</sup> En realidad, comprender ideas y términos explicativos tales como 'presión', 'temperatura', 'volumen', 'conductor', etc., es comprender el pattern conceptual de la disciplina en la que figuran dichos términos. De hecho, estas palabras son como una jerga lúdica en la que el pattern conceptual completo del juego está implícito en cada término. Las teorías causales no son más que un tipo de teorías en las que el pattern de organización produce inferencias causales. No todas las teorías son causales, pero todas proporcionan explicaciones, y por tanto proporcionan un pattern de organización conceptual.

Pasamos ahora a ocuparnos del segundo punto mencionado antes: la lógica del descubrimiento o razonamiento retroductivo. Siguiendo a Peirce, Hanson distingue entre razones para aceptar una hipótesis, H, y razones para sugerir H por primera vez. Las primeras son razones que llevan a pensar que H es verdadera, mientras que las segundas son razones que hacen de H un tipo de conjetura plausible. Hanson intenta mostrar que estas dos clases de razones son lógicamente distintas, mostrando la existencia de razones de la última clase que no podrían funcionar como razones de la primera. Este intento de distinguir lógicamente los dos tipos de razones, tiene la pretensión de salir al paso a la posible objeción que afirmar que semejante diferencia es meramente psicológica. Para establecer esta diferencia, Hanson examina las razones de Kepler para suponer que la órbita de Júpiter era no-circular. En *De Motibus Stellae Martis*, Kepler establece que la órbita de Marte era una elipse. Más tarde, en *Harmonices Mundi*, generalizó esta afirmación a Júpiter y a otros planetas, empleando hipótesis tales como H': la órbita de Júpiter es de tipo no-circular. Una de sus razones para formular H' consistía en que Marte era considerado, tradicionalmente, como el planeta típico, y, por tanto, si su órbita era elíptica, también era razonable esperar que las otras órbitas (p. e., la de Júpiter) fuesen no circulares. Hanson añade que este tipo de razones no se proponía establecer o probar la ver-

<sup>46</sup> Cf. Hanson [1958a], p. 84.

dad de  $H'$ , porque lo que hace razonable anticipar  $H'$  tiene carácter analógico, y las analogías no pueden establecer la verdad de las hipótesis. Dando por supuesto que ambos tipos de razones son lógicamente diferentes; Hanson afirma que el tipo de razonamiento implicado al dar razones de la primera clase es el razonamiento inductivo; mientras que el tipo de razonamiento implicado al dar razones de la segunda clase es un razonamiento retroductivo. ¿Cuál es la naturaleza de este razonamiento? Hanson nos dice que puede esquematizarse como sigue.

1) Se descubren ciertos fenómenos sorprendentes  $p_1, p_2, p_3, \dots$

2) Pero  $p_1, p_2, p_3, \dots$  no serían sorprendentes si dispusiéramos de una hipótesis del tipo  $H$ ; se seguirían de  $H$  como una regularidad y serían explicados por ella.

3) Por tanto, existe una buena razón para elaborar una hipótesis del tipo de  $H$ ; para proponerla como una hipótesis a partir de la cual podrían explicarse  $p_1, p_2, p_3, \dots$

Suppe termina su exposición de Hanson haciendo una evaluación general de la misma que se resume en tres puntos: (1) Es claro que el análisis del razonamiento retroductivo de Hanson depende en gran medida de su doctrina acerca de la observación teóricamente sesgada y acerca de la dependencia del significado. Dicho análisis no es más adecuado de lo que lo son estas doctrinas. (2) Es claro que Hanson no ha ofrecido un análisis lo suficientemente elaborado del teorizar o de la observación científica. Su explicación del razonamiento retroductivo no llega a constituir una lógica. (3) La posición de Hanson se comprende mejor si se la interpreta como representando las líneas programáticas de un análisis del teorizar científico. Si este programa es satisfactorio, ello dependerá de su desarrollo posterior. Resulta difícil evaluar su programa en ausencia de tal desarrollo.

D. *Feyerabend*

P. K. Feyerabend ha propuesto un análisis de las teorías científicas que incorpora y lleva hasta el extremo un número considerable de las ideas que hemos encontrado en Toulmin, Kuhn y Hanson. Al mismo tiempo, el análisis de Feyerabend tiene profundas raíces en la filosofía de la ciencia de Sir Karl Popper; debe hacerse notar, sin embargo que en sus escritos más recientes Feyerabend critica y se desvía de muchas de las doctrinas de Popper.<sup>50</sup> Suppe empieza su exposición de la postura de Feyerabend haciendo resaltar su filiación popperiana, y nos dice que aunque, en general, Feyerabend acepta las doctrinas de Popper, considera que existe un "núcleo empírico" en el punto de vista de Popper que necesita eliminarse.<sup>51</sup> Este "núcleo" empírico radica en la doctrina de que existe un lenguaje de observación neutral que puede usarse para contrastar teorías. La filosofía de la ciencia de Feyerabend es un intento por desarrollar un análisis popperiano de la ciencia en el que la contrastabilidad de teorías no presuponga un lenguaje de observación neutral.

Para desarrollar este planteamiento, Feyerabend procede a examinar críticamente cierta concepción empirista que encuentra ampliamente defendida por los partidarios de la Posición Heredada. Feyerabend llama *empirismo radical* a semejante posición. Luego, emplea los resultados de su crítica para establecer su propia alternativa del teori-

<sup>50</sup> Suppe cita en apoyo de esta afirmación el artículo de Feyerabend *Contra El Método* (Feyerabend [1970]). Recientemente Feyerabend ha publicado un libro con el mismo título (Feyerabend [1975]) en el que dicho autor se opone y rechaza la posición de Popper en su conjunto. La exposición de Suppe se centra en la doctrina del Feyerabend anterior a estos dos escritos. En realidad el ensayo de Suppe omite la consideración de un aspecto importante de los análisis de *Weltanschauungen*: la crítica y rechazo de la posición popperiana presentes en la mayoría de estos análisis, en especial en los de Kuhn y Feyerabend. Para esta polémica, cfr. Lakatos y Musgrave (eds.) [1970].

<sup>51</sup> Cfr. Feyerabend [1965a], p. 153.

zar científico. Feyerabend entiende por empirismo radical cualquier doctrina que sostenga la tesis de que, una vez una teoría haya sido altamente confirmada para un cierto dominio, esta teoría debe retenerse hasta que sea refutada por nuevos hechos. Semejante retención de la teoría lleva consigo una prohibición de construir o desarrollar teorías alternativas para dicho dominio hasta que la teoría en cuestión quede refutada. El empirismo radical exige, por tanto, que la ciencia se restrinja a sí misma al empleo de un sólo conjunto de teorías consistentes entre sí; y prohíbe el uso simultáneo de teorías mutuamente inconsistentes. Feyerabend denomina "pluralismo teórico" al uso de teorías mutuamente inconsistentes.<sup>52</sup> La filosofía empirista asociada a la posición heredada no es otra cosa, según Feyerabend, que una versión muy formalizada del empirismo radical. Feyerabend defiende que es característico de esta versión el que sólo admite, para un dominio dado, dos clases de teorías; aquella clase que contiene teorías ya empleadas en ese dominio, y aquella clase que contiene teorías consistentes con la ya aceptadas. Para que se cumpla esta *condición de consistencia*, los términos de las teorías de ambas clases tendrán que ser usados con los mismos significados, es decir, tendrán que cumplir la *condición de invariancia del significado*.<sup>53</sup> Feyerabend considera que estas dos condiciones constituyen dos piedras angulares del empirismo radical contemporáneo, y su ataque a esta posición consiste, en gran medida, en mostrar que estas dos condiciones son insostenibles. Para hacer esto, intenta demostrar que, en la práctica científica real, el avance de la ciencia no procede según ellas: la práctica científica real las viola constantemente. Feyerabend examina un número de casos históricos que son considerados paradigmáticos por los defensores del empirismo radical: p.e., la incorporación en la teoría de Newton de la ley de Galileo de la caída libre y de las leyes de Kepler. Sin embargo, algunas consecuen-

<sup>52</sup> Cfr. Feyerabend [1965a], pp. 148-149; y [1963] *passim*.

<sup>53</sup> Para un examen extremadamente lúcido de estas dos condiciones, cfr. Feyerabend [1963].

cias de la teoría de Newton son lógicamente incompatibles con algunas consecuencias de las leyes de Galileo y Kepler. Por ejemplo, la ley de Galileo afirma que la aceleración de la caída libre tiene un valor constante, mientras que la aplicación de la teoría de Newton a la superficie de la tierra tiene una aceleración decreciente. En consecuencia, las leyes de Galileo y Kepler no pueden deducirse de forma consistente de la teoría de Newton, y, por tanto, la *condición de consistencia* no se cumple en este caso. Volviendo ahora a la *condición de la invariación del significado*, Feyerabend considera varios casos históricos en los que no se cumple esta condición. Ejemplo paradigmático: la reducción de la mecánica clásica a la teoría de la relatividad. Feyerabend intenta mostrar que el término 'masa' tiene sentidos diferentes e incompatibles en ambas teorías, y que así queda violada la condición de consistencia. Antes de analizar este caso, Suppe nos advierte que subyacente al análisis de Feyerabend se encuentra la siguiente explicación del significado:

El significado de todo término que usamos depende del contexto teórico en el que aparece. Las palabras no 'significan' nada aisladamente; obtienen su significado al formar parte de un sistema teórico. En consecuencia, si consideramos dos contextos con principios básicos que, o bien se contradigan entre sí, o bien conduzcan a consecuencias inconsistentes en ciertos dominios, cabe esperar que algunos términos del primer contexto no aparezcan en el segundo exactamente con el mismo significado.<sup>54</sup>

Considérese ahora un dominio en el que sean aplicables tanto la mecánica clásica como la relativista. De la explicación del significado de Feyerabend se sigue que si ciertos enunciados de la teoría de la relatividad, que incluyan el término 'masa', son inconsistentes con ciertos enunciados

<sup>54</sup> Cfr. Feyerabend [1965a], p. 180. Para la incompatibilidad entre mecánica clásica y teoría de la relatividad, cfr. también su (1970), sec. XIII.

de la mecánica clásica que también incluyan dicho término, entonces, 'masa' debe tener un significado en la teoría de la relatividad distinto del significado que tiene en mecánica clásica. A continuación, Feyerabend procede a demostrar que 'masa' tiene un significado distinto en ambas teorías; defiende que ecuaciones diferentes e incompatibles acerca de la masa se cumplen en las dos teorías, que la masa constituye una relación en la teoría de la relatividad mientras que en la mecánica clásica es una propiedad. Así mismo defiende que, incluso si la masa clásica se entiende como una relación, no se cumplen las mismas leyes de transformación para la masa clásica como las que se cumplen para la masa relativista. Por último defiende que la masa relativista es dependiente de un sistema de coordenadas mientras que la masa clásica no lo es. Feyerabend concluye que la condición de invariancia del significado es incompatible con la práctica científica real. Además de este argumento sacado de la historia de la ciencia, Feyerabend aduce un argumento de carácter normativo destinado a mostrar la indeseabilidad de ambas condiciones. Por brevedad, omitimos aquí este aspecto normativo de su argumentación.<sup>65</sup> Ahora bien, dando por supuesto que Feyerabend ha conseguido mostrar que las condiciones de consistencia y de invariancia del significado son intrínsecamente indeseables, que una proliferación de teorías es deseable, que las descripciones de los hechos son teóricamente dependientes, y que un lenguaje observacional neutral es inútil para probar teorías científicas, ¿cuál es la alternativa adecuada?

Para contestar a esta cuestión, Feyerabend propone una filosofía de la ciencia en la que continúe siendo posible que las teorías sean contrastables sobre la base de observaciones. Su primer paso consiste en explicar el papel que desempeñan los registros observacionales en la contrastación empírica de teorías, sin presuponer un lenguaje de observación neutral; esta explicación constituye su *teoría*

<sup>65</sup> Cfr. para ello, Feyerabend [1963], (existe trad. castellana en *Cuadernos Teorema*, n.º 7).

*pragmática de la observación*. Al igual que la Posición Heredada, la teoría pragmática admite que las sentencias observacionales desempeñan un papel especial en la contrastación de teorías, pero discrepa en la marca distintiva y característica de las sentencias observacionales: "una sentencia observacional se distingue de las otras sentencias de la teoría no por su contenido, como sucede en el positivismo",<sup>66</sup> la teoría pragmática "sitúa la propiedad distintiva donde le corresponde, a saber, en el dominio de la psicología: las sentencias observacionales se distinguen de otras sentencias no por su significado, sino por las circunstancias de su producción".<sup>67</sup> Las sensaciones o percepciones son indicadores de situaciones, son comparables a las indicaciones que proporcionan los contadores y relojes. Para funcionar en un test o prueba, estas sentencias (como las lecturas que hacemos en un contador) han de recibir una interpretación que afirme algo y que sea testable. La sentencia observacional es, pues, una respuesta causal o de comportamiento a una sensación que interpreta la situación de la que la sensación es un indicador. La interpretación que recibe la sentencia observacional depende de las teorías en las que está incorporada. Por ejemplo, un informe observacional acerca de que un objeto posee tal o cual masa, interpreta el objeto como algo que se comporta de acuerdo con las leyes, teorías y otras regularidades características de la masa según las teorías que confieren a 'masa' su significado en el contexto. Así pues, según la teoría pragmática, los enunciados observacionales extrapolan más allá de "lo que se ve" (sensaciones), y esta extrapolación interpreta la situación como un estado de cosas objetivo que se comportan según regularidades características. De acuerdo con esta explicación, son posibles informes o registros observacionales teóricamente dependientes, y no hay necesidad de suponer ningún lenguaje de observación neutral. Puesto que los registros observacionales, así como otras descripciones factuales, son teóricamente de-

<sup>66</sup> Feyerabend [1962], p. 36.

<sup>67</sup> Feyerabend [1965a], p. 212.

pendientes, el modo como se conciba el mundo dependerá de las teorías que se sostengan en un contexto dado. De este modo, las teorías generales llevan asociadas sus propias ontologías y constituyen *Weltanschauungen*: "las teorías científicas son modos de contemplar el mundo, y su adopción influye sobre nuestras creencias y expectativas generales y, por ello, también sobre nuestras experiencias y sobre nuestra concepción de la realidad".<sup>58</sup> De esta forma, puesto que los enunciados observacionales llevan incorporadas teorías, en toda situación de prueba intervienen varias teorías: la teoría bajo prueba y las (al menos una) alternativas. Si la teoría bajo prueba y la alternativa comparten algunos enunciados observacionales en común, entonces será posible ejecutar un *experimento crucial* que decida entre las dos (en la forma defendida por Popper). El experimento crucial es posible para teorías de bajo nivel de generalidad. En efecto, es posible que las alternativas no compartan ningún registro observacional con la teoría bajo prueba. Tal es el caso cuando la teoría contrastada concierne a la naturaleza de los elementos básicos del universo (es decir, teorías generales):

Para formularlo de modo más radical, cada teoría tendrá incorporada su propia experiencia, y no habrá coincidencias entre estas experiencias. Evidentemente, no será posible un experimento crucial... porque no existe ningún enunciado universalmente aceptado que sea capaz de expresar aquello que surja de la observación.<sup>59</sup>

Semejantes teorías son *inconmensurables* en el sentido de que los significados de sus principales términos descriptivos dependen de principios y teorías inconsistentes entre sí. Por supuesto, la explicación que ofrece Feyerabend de la contrastación o prueba de teorías generales ha sido cri-

<sup>58</sup> Cf. Feyerabend [1962], p. 29.

<sup>59</sup> Cf. Feyerabend [1965a], p. 214.

ticada por un gran número de autores.<sup>60</sup> Feyerabend ha reconocido muchas de estas críticas y ha realizado continuos intentos por modificar sus doctrinas,<sup>61</sup> pero, como ya hemos señalado antes, el ensayo de Suppe omite estos desarrollos más recientes de la posición de Feyerabend. Puesto que el objetivo principal del presente trabajo es ofrecer un resumen informativo de dicho ensayo, omitiremos también aquí la posición última alcanzada por Feyerabend que él mismo denomina *anarquismo epistemológico*.

### E. Bohm

Como consecuencia de sus esfuerzos por aducir una interpretación física adecuada para la teoría cuántica, el físico David Bohm ha desarrollado una filosofía de la ciencia que es similar en varios aspectos a las filosofías propuestas por Feyerabend, Hanson y Kuhn. Antes de exponer su posición será conveniente referirse al problema de la *interpretación de la teoría cuántica*. El formalismo de la mecánica clásica especifica un número de relaciones que se cumplen entre parámetros físicos mensurables (tales como masa, posición, y momento de las partículas). En su interpretación standard, estos parámetros se conciben como propiedades objetivamente medibles de cuerpos que, en teoría, pueden medirse o determinarse con precisión arbitrariamente alta. Las leyes de la teoría especifican relaciones deterministas o causales que se cumplen entre dichos parámetros objetivos. Durante varios siglos, la anterior explicación se tomó como paradigma de lo que debía ser una interpretación física adecuada del formalismo de una teoría. Ahora bien, a primera vista la teoría cuántica no admite una interpretación semejante. En lugar de especificar valores determinados de la posición y momento de un cuerpo, la teoría cuántica sólo proporciona distribucio-

<sup>60</sup> Cf. Por ejemplo, Achinstein [1964], Putnam [1965], Shapere [1966] y Sheffler [1967].

<sup>61</sup> Para las doctrinas del último Feyerabend, cf. Feyerabend [1965b], [1970], [1970a] y [1975].

nes de probabilidad sobre posibles valores medios de la posición y momento; la relación de indeterminación de Heisenberg especifica que la posición y momento de un cuerpo no puede determinarse simultáneamente con una precisión arbitraria. La teoría cuántica hace uso de varias entidades hipotéticas que no son susceptibles de determinación experimental; los electrones y protones actúan unas veces como corpúsculos y otras como ondas. Estas características parecen impedir dar a la teoría cuántica una interpretación física semejante a la de la mecánica clásica. En la Fifth Solvay Conference de 1927, se propuso una interpretación de la teoría cuántica que se ha convertido en la interpretación standard y "oficial". Para nuestros propósitos, los rasgos más sobresalientes de esta interpretación, conocida como la *interpretación de Copenhage*, pueden resumirse del modo siguiente:<sup>62</sup> Se asume que las hipótesis básicas de la teoría cuántica son fundamentalmente correctas, tanto matemática como físicamente, y no son susceptibles de ulterior modificación. Aprovechando el hecho de que las partículas microscópicas a veces se comportan como corpúsculos y a veces como ondas, se interpreta la relación de indeterminación de Heisenberg como que dicha relación afirma la imposibilidad de medir una cantidad física sin causar una perturbación. Cualquier intento de mejorar la medición de un parámetro que caracteriza un sistema, tendrá la inevitable consecuencia de perturbar el valor de otro parámetro del sistema. A diferencia de lo que ocurre en el nivel macroscópico, en el nivel microscópico estas perturbaciones no son despreciables. Siendo ello así, las leyes de la teoría cuántica, se afirma, dependen del azar; esto, unido con el supuesto de que las leyes son fundamentalmente correctas, significa que las leyes estadísticas describen una realidad última cognoscible que no es causal y en la que el indeterminismo constituye un hecho fundamental. La relación de Heisenberg levanta una barrera para descubrir

<sup>62</sup> La exposición que sigue es una mezcla de los puntos de vista de Bohr, Heisenberg y von Neumann acerca de la interpretación del formalismo de la teoría cuántica.

algo más acerca de las operaciones de la naturaleza. Puesto que las posiciones, velocidades, etc., de los cuerpos microscópicos sólo pueden medirse con aparatos que perturban el sistema, los valores medios dependerán de esa interacción perturbadora y no representan propiedades objetivas del cuerpo (instrumentalismo); asimismo, es imposible una descripción inequívoca de la naturaleza. Puesto que las partículas a veces se comportan como ondas y a veces como corpúsculos, son necesarios tanto el concepto de onda como el de corpúsculo con el fin de cubrir todas las observaciones. Los conceptos de onda y corpúsculo son pues complementarios en que ambos son necesarios para cualquier descripción de la realidad. Así pues, la descripción de sistemas microscópicos se hace por parejas de conceptos o por variables complementarias. Por último, puesto que sólo han de ser reconocidas las entidades experimentalmente determinables, no existe nada en la realidad que se corresponda con las entidades hipotéticas empleadas en el formalismo de la teoría, ello impide dar a la teoría cuántica una interpretación realista completa (instrumentalismo).

Aunque la interpretación de Copenhage goza del status de ser la interpretación "oficial" de la teoría cuántica, bastantes físicos (que incluyen a Einstein, Planck, Schrödinger, y de Broglie) la consideran inaceptable. Einstein rechaza la conclusión de que la realidad sea fundamentalmente indeterminística y sostiene que el carácter estadístico de los fenómenos cuánticos podría atribuirse a variables ocultas que, cuando se descubran, darán lugar a una explicación determinista. Schrödinger y de Broglie consideran inaceptable el principio de que sólo las entidades experimentalmente discernibles puedan recibir un status ontológico, y por tanto no encuentran ningún apoyo a la posición instrumentalista adoptada. Aunque Einstein y de Broglie dedicaron muchos esfuerzos a elaborar interpretaciones alternativas de la teoría cuántica que escapasen a estas objeciones, se encontraron con dificultades enormes y no se consiguió ningún progreso real hasta la obra de David Bohm hacia 1950. Observando que la interpretación de Copenhage se basa en

ciertos supuestos filosóficos, Bohm lanzó contra ella un ataque con doble frente. Primero intentó aislar y mostrar que eran insostenibles ciertos supuestos filosóficos intrínsecos a la interpretación oficial; a lo largo de este proceso, Bohm ha desarrollado una filosofía alternativa de la ciencia. Segundo, intentó mostrar que cuando se abandonan estos supuestos resulta posible desarrollar una interpretación causal que hace uso de variables ocultas. Al exponer la doctrina de Bohm, nos centraremos fundamentalmente en sus desarrollos filosóficos.

Bohm somete las tesis y argumentos de los defensores de la interpretación oficial a un cuidadoso análisis del que concluye que los resultados referentes a la necesidad de renunciar a la causalidad, a la continuidad, y al carácter objetivo de la realidad, resultados que se suelen sacar de dichos argumentos, no se siguen ni de los hechos experimentales que subyacen a la teoría cuántica, ni del formalismo matemático empleado para expresar la teoría. Bohm dice que semejantes argumentos dependen del supuesto (a menudo implícito) de que ciertos rasgos de la formulación de la teoría cuántica son absolutos y definitivos, que no serán contradichos en el futuro, ni se descubrirá que son aproximaciones que sólo se cumplen para un dominio limitado.<sup>63</sup> Dichos supuestos niegan, en efecto, la posibilidad de que existan variables ocultas o un nivel subcuántico en el que ocurran nuevas clases de movimientos para los que se cumplan nuevas clases de leyes causales, y por tanto dan por zanjada la cuestión de la posibilidad misma de variables ocultas. Así pues, los argumentos contra la hipótesis de las variables ocultas dependen esencialmente de supuestos extra-empíricos o filosóficos.<sup>64</sup> El paso siguiente de su ataque a la interpretación de Copenhague consiste en mostrar que estos supuestos filosóficos que le son fundamentales son insostenibles. Para llevar a cabo esto, Bohm ofrece un aná-

<sup>63</sup> Una crítica similar a la teoría cuántica en su interpretación "oficial" y que subraya el carácter dogmático de dicha interpretación, se encuentra en Feyerabend [1963].

<sup>64</sup> Cf. Bohm [1957], pp. 79-96.

lisis de la causalidad y el azar en el que prueba que las categorías de conexión causal y de contingencias azarosas parecen representar dos aspectos de todos los procesos físicos y que, en consecuencia, tanto las leyes causales como las estadísticas son necesarias para explicar dichos procesos. De este análisis se sigue que ninguna ley causal o estadística puede ser una ley última de la naturaleza que se cumpla para toda la realidad. Según esta concepción, ¿cuáles son los rasgos distintivos de las leyes y teorías?

Una ley o teoría aporta conocimiento válido que trasciende los hechos experimentales que llevaron a su propuesta y tiene un dominio de validez muy amplio. El dominio de una ley o teoría es generalmente desconocido, y si se aplica más allá de su dominio la ley será falsada. Puesto que toda ley o teoría tiene un dominio restringido de validez, todas las leyes y teorías son realmente falsas si se interpretan como verdades generales; sólo son verdades restringidas. Así pues, las leyes y teorías describen lo que es *relativamente invariante* en los fenómenos:

Una ley de la naturaleza parece expresar, según nuestro modo de concebirla, el hecho de que en un cierto conjunto de cambios que tienen lugar en la naturaleza, así como en un conjunto correspondiente de cambios de puntos de vista, sistemas de referencia, modos de investigación, etc., es posible descubrir ciertas relaciones que permanecen idénticas a través de todos los cambios. Pero esta invariancia sólo ha de concebirse como *relativa*, en el sentido de que según se vaya ampliando el dominio, hemos de preparar nuestras mentes para que acepten *la idea de que la ley puede derrumbarse*. Es decir, que puede ser falsada por algún conjunto posterior de experimentos.<sup>64</sup>

Aunque las teorías son abstracciones que gozan sólo de una verdad condicional y relativa, producen de hecho conocimiento, pues según Bohm todo conocimiento es una estruc-

<sup>64</sup> Cf. Bohm [1957], p. 127.

tura de abstracciones. La contrastación última de la validez de dichas estructuras está, sin embargo, en el proceso por el que se entra en contacto con el mundo y que tiene lugar en la percepción inmediata.

### § 3. PLANTEAMIENTOS SEMÁNTICOS

Tanto la posición heredada como los análisis de *Weltanschauungen* intentan descubrir la naturaleza de las teorías científicas a través de un examen de sus formulaciones lingüísticas. Suppe defiende, sin embargo, que las teorías no son conjuntos de proposiciones o enunciados, sino entidades extralingüísticas que pueden describirse por medio de varias formulaciones lingüísticas. Esta observación nos indica que las teorías no pueden comprenderse adecuadamente a través del examen de sus formulaciones lingüísticas, y que un examen directo de las teorías mismas dará como resultado un análisis más detallado y preciso de la estructura de las teorías. Las teorías son entidades extralingüísticas que pueden describirse por sus formulaciones lingüísticas. Las proposiciones de la formulación de una teoría proporcionan, pues, descripciones verdaderas de la teoría y, por tanto, la teoría misma se cualifica como un modelo para cada una de sus formulaciones. ('Modelo' aquí se usa en el sentido de modelo matemático para un sistema formal.) Lo dicho hasta ahora nos sugiere que las técnicas semánticas de la teoría de modelos<sup>66</sup> serán útiles para analizar la estructura de las teorías científicas.<sup>67</sup>

<sup>66</sup> En el sentido de Tarski [1936].

<sup>67</sup> Antes de seguir con la exposición del planteamiento semántico acerca de las teorías, Suppe nos cita los autores que contribuyeron a su formulación. Vamos a nombrarlos aquí a título informativo. La prueba de von Neumann de que la mecánica ondulatoria y la mecánica de matrices constituyen formulaciones equivalentes de la teoría cuántica implica esencialmente este planteamiento; cfr. von Neumann [1955]. Suppes ha defendido que el planteamiento semántico de la teoría de los modelos es probablemente más fecundo que los planteamientos axiomáticos para analizar teorías; cfr. Suppes

Las teorías científicas tienen por objeto una clase de fenómenos conocidos como el *alcance pretendido* de la teoría. La tarea de una teoría consiste en ofrecer una descripción generalizada de los fenómenos que caen dentro de ese alcance pretendido. La teoría científica no pretende describir todos los aspectos de los fenómenos pertenecientes a su alcance pretendido, sino que abstrae ciertos parámetros e intenta describir los fenómenos sólo en términos de esos parámetros abstraídos. En efecto, la teoría da por supuesto que sólo los parámetros seleccionados ejercen una influencia sobre los fenómenos; de hecho, la teoría asume que los fenómenos constituyen sistemas *aislados* bajo la única influencia de los parámetros seleccionados. Sin embargo, en la realidad los fenómenos del alcance pretendido de la teoría raramente constituyen sistemas aislados (los parámetros seleccionados están influidos de hecho por factores no incluidos en dichos parámetros). En aquellos casos en que los fenómenos no se aproximan a sistemas aislados, la caracterización de la teoría no tendrá en cuenta la influencia de factores no incluidos en sus parámetros seleccionados y, por tanto, no proporcionará una caracterización precisa de los fenómenos reales. Sin embargo, si la teoría es adecuada, proporcionará una caracterización precisa de lo que los fenómenos *serían* si constituyeran sistemas aislados. En efecto, esta caracterización aislada representa la contribución de los parámetros seleccionados de la teoría a los fenómenos resultantes; tales réplicas idealizadas de los fenómenos (y no los fenómenos reales mismos) se denominan *sistemas físicos*. Los sistemas físicos son, pues, réplicas idealizadas del comportamiento de los fenómenos que sólo pueden especificarse en términos de los parámetros seleccionados de la teoría. Una configuración particular del sistema físico

[1962], [1967] y [1967a]. Beth ha desarrollado también análisis semánticos para teorías específicas; cfr. Beth [1948], [1949], [1961]. Suppe mismo, de forma independiente, ha desarrollado un análisis que se parece mucho al de Beth y van Fraassen; cfr. Suppe [1967], [1972b], [1973] y [1973e]. Muy semejante al planteamiento de Suppes es el de Sneed [1971]. Otro autor que sigue un planteamiento semántico es Bunge [1959].

constituye un *estado*, y el comportamiento de un sistema físico es su cambio de estado en el tiempo. Un ejemplo ilustrará la anterior exposición: considérese cómo la mecánica clásica de partículas caracterizaría un objeto abandonado en su caída libre a través de un medio viscoso. La mecánica de partículas interpreta los fenómenos como si constituyeran sistemas aislados de masas punto sin extensión en el vacío, cuyo comportamiento sólo está influido por el momento y la posición de las masas punto. De hecho, el objeto que cae libremente por un medio viscoso se caracterizará por las masas punto (correspondientes a la tierra y al objeto que cae) que interactúan en un vacío en el que sólo la posición y momento de las dos partículas influyen sobre el comportamiento del sistema. Los parámetros de la teoría son, pues, las coordenadas de las posiciones y momentos de los dos cuerpos, y el estado de un sistema en un tiempo dado serán los valores de esas coordenadas. El comportamiento del sistema físico será el cambio en estos estados a través del tiempo y puede concebirse, por tanto, como una secuencia de estados.

Las teorías científicas se introducen, pues, con el propósito de caracterizar el comportamiento de todos los sistemas físicos que sean réplicas idealizadas de los fenómenos dentro del alcance pretendido de la teoría. La teoría misma es una estructura que representa el comportamiento de cada uno de estos sistemas físicos.<sup>68</sup> En el caso de que los parámetros de la teoría sean medibles, esta estructura puede ser un *espacio de fase*; los comportamientos de los sistemas físicos se representan por varias configuraciones impuestas al espacio de fase de acuerdo con las leyes de la teoría. En suma, las teorías son estructuras; estas estructuras constituyen espacios de fase con configuraciones impuestas sobre ellas según las leyes de la teoría. Ahora bien, aunque las teorías no se identifican con sus formulaciones lingüísticas,

<sup>68</sup> Para un examen detallado de este carácter representacional de las teorías respecto de los hechos, cfr. Bunge [1974], trad. castellana en *Teorema* V/3-4, 1975, con el título 'La representación conceptual de los hechos'.

las teorías se formulan en un lenguaje semi-interpretado al que se le impone o prescribe una lógica. La estructura topológica de la teoría (espacio de fase configurado) es un factor importante para determinar la naturaleza tanto del lenguaje semi-interpretado como de la lógica; de hecho, la teoría impone restricciones sobre los tipos de lenguajes que pueden usarse para su formulación. El análisis de teorías que acabamos de esbozar se encuentra todavía en proceso de desarrollo; si ha de llevar o no a una descripción adecuada de la naturaleza del teorizar científico es algo que no se verá hasta que se haya desarrollado mucho más.

### CONCLUSIÓN

La posición que suscribe Suppe —posición que hemos llamado planteamiento semántico— se centra en la indagación y esclarecimiento de la estructura de las teorías científicas. En esta posición desempeña un papel fundamental la noción de sistema físico como réplica idealizada de un campo o dominio de fenómenos. La noción de sistema físico así entendida guarda un estrecho paralelismo con la de sistema físico *cerrado* o *aislado* empleada por la ciencia real; por ejemplo, los llamados *principios de conservación* (de la masa, de la cantidad de movimiento, de la energía) sólo son válidos si se consideran restringidos a tales sistemas aislados. Una vez realizada esta abstracción (la noción de sistemas físicos idealizados) es posible plantearse los problemas tradicionales referentes a la estructura interna de las teorías: tales como el lenguaje adecuado de la teoría (aquí, lenguajes semi-interpretados), la interpretación que hay que aducir para los lenguajes (aquí, interpretación semántica parcial), y la lógica asociada a dichos lenguajes; asimismo, este planteamiento semántico hace posible, según afirma Suppe, abordar satisfactoriamente el problema de los fundamentos de las teorías. Todos estos problemas constituyen problemas tópicos del planteamiento que el ensayo de Suppe denomina como Posición Heredada, aunque las técnicas empleadas

para su solución sean diferentes (técnicas semánticas de la teoría de modelos versus técnicas axiomáticas); no habría que olvidar, a pesar de sus diferencias, que las dos técnicas son altamente formalistas. El planteamiento semántico de Suppe se inscribe así en una tradición de pensamiento bien delimitada. Por último, para llevar a cabo su análisis de las estructuras de las teorías, la posición semántica ha de considerar preferentemente teorías maduras o completamente elaboradas (los ejemplos predilectos que Suppe nos ofrece al exponer su posición son la mecánica clásica de partículas y la teoría cuántica), y ello constituye otro punto de contacto con la Posición Heredada. Para decirlo con la terminología de la distinción de Reichenbach, creo que los problemas y temas sobre los que se centra el planteamiento semántico de Suppe caen de lleno dentro del área del "contexto de justificación". Sin embargo, en la exposición que nos ofrece Suppe del planteamiento semántico no se mencionan, ni siquiera de pasada, temas y problemas que constituyen el núcleo mismo de la mayoría de las posiciones en la filosofía de la ciencia actual (p.e., en las posiciones que Suppe encierra bajo el rótulo de análisis de *Weltanschauungen*). Me refiero a problemas tales como el proceso de elaboración por el que atraviesa una teoría desde su primera formulación como hipótesis tentativa (y quizás metafísica), hasta llegar a convertirse en una teoría científica madura que pueda resistir los golpes de la contrastación empírica; el problema de los criterios, si los hay, por los que se rige la sustitución de una teoría por otra, previa eliminación de la primera; el problema del cambio científico (ya sea revolucionario a lo Kuhn, ya evolucionista a lo Toulmin), y si este cambio científico representa progreso o no; el problema de las relaciones entre historia de la ciencia y filosofía de la ciencia; y el problema de las relaciones entre historia interna e historia externa de la ciencia, una de las polémicas más interesantes que tiene planteada la filosofía de la ciencia actual. Estos problemas, y las soluciones que se den a los mismos, no son susceptibles de ser tratados con la precisión y el rigor que posibilita el planteamiento de Suppe

y, en particular, no son formalizables; "pero si no se está dispuesto a sacrificar la relevancia en el altar de la precisión, ha llegado el momento de prestarles una mayor atención" (Lakatos [1968a], pág. 374).

El presente trabajo tiene por objetivo fundamental, como he dicho repetidas veces, el ofrecer un resumen lo más amplio posible del ensayo de Suppe y, en consecuencia, es más descriptivo e informativo que polémico. Mis breves, y pocas, anotaciones críticas sólo pretenden insinuar que un estudio y evaluación del período de filosofía de la ciencia que dicho ensayo nos ofrece podría realizarse desde un enfoque o perspectiva diferente y que, entonces, semejante estudio daría lugar a una evaluación y a conclusiones algo diferentes.

## BIBLIOGRAFIA

ACHINSTEIN, Peter

1964. "On the Meaning of Scientific Terms", *Journal of Philosophy*, 61, 475-510.

1968. *Concepts of Science*. Baltimore: John Hopkins Press.

BAUMRIN, B., ed.

1963. *Philosophy of Science. The Delaware Seminar. Vol. I.* 1962. New York: John Wiley.

BETH, E.

1948. *Naturphilosophie*. Gorinchem: Noorduyn.

1949. "Towards an Up-to-Date Philosophy of the Natural Sciences", *Methodos*, 1, 178-185.

1961. "Semantics of Physical Theories", pp. 48-51 en Freudenthal [1961].

BOHM, David

1952. "Quantum Theory in Terms of Hidden Variables", *Physical Review*, 35, 166ss.

1957. *Causality and Chance in Modern Physics*. London: Routledge and Kegan Paul.

BRAITHWAITE, R. B.

1953. *Scientific Explanation*. New York: Harper Torchbooks. Trad. en Tecnos.

BUNGE, M.

1959. *Causality — the Place of the Causal Principle in Modern Science*. Cambridge: Harvard University Press. Trad. en Univer. de B. A.

1975. "La Representación Conceptual de los Hechos", *Teorema*, V/3-4, pp. 317-360.
- BURKS, A. W.  
1951. "The Logic of Casual Propositions", *Mind*, 60, 363-382.  
1955. "Dispositional Statements", *Philosophy of Science*, 22, 175-193.
- CARNAP, Rudolf  
1936-37. "Testability and Meaning", *Philosophy of Science*, 3, 420-468; 4, 1-40.  
1956. "The Methodological Character of Theoretical Concepts", pp. 33-76 en Feigl and Scriven [1956].
- CASSIRER, Ernst  
1910. *Substanzbegriff und Funktionsbegriff*. Berlin: B. Cassirer.
- COHEN, R. S., and WARTOPSKY, M. W., eds.  
1965. *Boston Studies in the Philosophy of Science*. Vol. II. New York: Humanities Press.
- COLODNY, R., ed.  
1965. *Beyond the Edge of Certainty*. Englewood Cliffs, M. J.: Prentice Hall.
- COLODNY, R., ed.  
1970. *The Nature and Function of Scientific Theory*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- CHISHOLM, R.  
1946. "The Contrary to Fact Conditional", *Mind*, 55, 289-307.
- DUHEM, Pierre  
1906. *La théorie physique, son objet et sa structure*. Paris: Chevalier et Rivière.  
1954. *Aim and Structure of Physical Theory*. New York: Atheneum.
- FEIGL, H., and MAXWELL, G., eds.  
1962. *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. III. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- FEIGL, H., y SCRIVEN, M., eds.  
1956. *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. I. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- FEYERABEND, P.  
1962. "Explanation, Reduction, and Empiricism", pp. 28-97 en Feigl and Maxwell [1962].  
1963. "How to Be a Good Empiricist—A Plea for Tolerance in Matters Epistemological", pp. 3-40 en Baumrin [1963]. Trad. en *Cuadernos Teorema*, n.º 7.  
1965a. "Problems of Empiricism", pp. 145-260 en Colodny [1965].  
1965b. "Reply to Criticism", pp. 223-261 en Cohen and Wartofsky [1965].

1970. "Against Method: Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge", pp. 17-130 en Radner and Winokur [1970]. Trad. en Ariel.
- 1970a. "Consolations for the Specialist", pp. 197-230 en Lakatos and Musgrave [1970]. Trad. en Grijalbo.
- 1970b. "Problems of Empiricism, Part II", en Colodny [1970].
1975. *Against Method*. London: NLB. Trad. de próxima aparición en Tecnos.
- FREUDENTHAL, H.
1961. *The Concept and the Role of the Model in Mathematics and Natural and Social Sciences*. Dordrecht, Holland: Reidel.
- GOODMAN, N.
1947. "The Problem of Counterfactual Conditionals", *Journal of Philosophy*, 44, 113-128.
- HANSON, N. R.
1958. *Patterns of Discovery*. Cambridge: Cambridge University Press.
1963. *The Concept of the Positron: A Philosophical Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- HELMHOLTZ, H. L. F. von
1863. *Tonempfindungen*. Trad. Inglesa como *On the Sensations of Tone*. London: Longmans, Green, 1912.
1927. *Handbuch der physiologischen Optik*. Trad. Inglesa como *A Treatise on Physiological Optics*. New York: The Optical Society of America.
- HEMPEL, Carl G.
1952. *Fundamentals of Concept Formation in Empirical Science*. Chicago: University of Chicago Press.
1965. *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*. New York: Free Press.
- KAPLAN, A.
1964. *The Conduct of Inquiry*. San Francisco: Chandler.
- KUHN, Thomas S.
1962. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press. Trad. en el Fondo de Cultura Económica.
1969. "Postscript". Introducido en la edición castellana del Fondo de Cultura.
1970. "Logic of Discovery or Psychology of Research", en Lakatos and Musgrave [1970]. Trad. en Grijalbo.
- 1970a. "Reflections on my Critics", pp. 231-278 en Lakatos and Musgrave [1970].

1971. "Second Thoughts on Paradigms" en F. Suppe (ed.) [1974]. Trad. castellana de próxima aparición en Tecnos.
- LAKATOS, I., and MUSGRAVE, A., eds.  
1970. *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press.
- LAKATOS, I.  
1968. "Changes in the Problem of Inductive Logic", pp. 315-417 en Lakatos (ed.): *The Problem of Inductive Logic*, 1968, North Holland, Amsterdam.  
1970. "Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes", pp. 91-196 en Lakatos and Musgrave [1970]. Trad. en Grijalbo.
- MACH, Ernst  
1886. *Beiträge zur Analyse der Empfindungen*. Jena.
- MARGENBESSER, S., ed.  
1967. *Philosophy of Science Today*. New York: Basic Books.
- MASTERMAN, Margaret  
1970. "The Nature of a Paradigm", pp. 59-90 en Lakatos and Musgrave [1970]. Trad. en Grijalbo.
- MUSGRAVE, A.  
1971. "Kuhn Second Thoughts", *The British Journal for the Philosophy of Science*, 22, pp. 287-297. Trad. castellana de próxima aparición en Tecnos.
- NAGEL, E., SUPPES, P., y TARSKI, A., eds.  
(1962). *Logic, Methodology, and Philosophy of Science*: Stanford University Press.
- NAGEL, Ernest  
1961. *The Structure of Science*. New York: Harcourt, Brace. Trad. en Paidós.
- POPPER, Karl  
1935. *Logik der Forschung*. Wien: J. Springer.  
1959. *The Logic of Scientific Discovery*. London: Hutchinson. Trad. en Tecnos.
- PUTNAM, H.  
1965. "How Not to Talk about Meaning", pp. 205-222 en Cohen and Wartofsky [1965].
- REICHENBACH, Hans  
1938. *Experience and Prediction*. Chicago: University of Chicago Press.  
1947. *Elements of Symbolic Logic*. New York: Macmillan.  
1954. *Nomological Statements and Admissible Operations*. Amsterdam: North Holland.

1962. *Rise of Scientific Philosophy*. Berkeley: University of California Press. Trad. en Fondo de Cultura Económica como *La Filosofía Científica*.
- RADNER, M., and WINOKUR, S.  
1970. *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*. Vol. IV. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- SCHEFFLER, I.  
1967. *Science and Subjectivity*. Indianapolis: Bobbs Merrill.
- SHAPERE, D.  
1964. "The Structure of Scientific Revolutions", *Philosophical Review*, 73, 383-394.  
1966. "Meaning and Scientific Change", pp. 41-85 en Colodny [1966].
- SNEED, J.  
1971. *The Logical Structure of Mathematical Physics*. Dordrecht, Holland: Reidel.
- SUPPE, F.  
1967. "The Meaning and Use of Models in Mathematics and the Exact Sciences", Ph.D. thesis, University of Michigan, 1967.  
1972. "What's Wrong with the Received View on the Structure of Scientific Theories?" *Philosophy of Science*, 39, 1-19.  
1973. "Facts and Empirical Truth", *Canadian Journal of Philosophy*, Vol. III, No. 2.  
1973a. "Theories, Their Formulations, and the Operational Imperative", *Synthese*, 25, 129-164.
- SUPPES, P.  
1962. "Models of Data", pp. 252-261 en Nagel, Suppes, and Tarski [1962].  
1967. "What Is a Scientific Theory?", pp. 55-67 en Morgenbesser [1967].  
1967a. "Set Theoretic Structures in Science", mimeographed, Stanford University, 1967.
- TARSKI, Alfred  
1936. "Der Wahrheitsbegriff in den formalisierten Sprachen", *Studia Philosophica*, 1, 261-405.
- TOULMIN, Stephen  
1953. *The Philosophy of Science*. London: Hutchinson.  
1961. *Foresight and Understanding*. London: Hutchinson; New York: Harper and Row Torchbook, 1963.  
1970. "Does the Distinction between Normal and Revolutionary Science Hold Water?", pp. 25-38 en Lakatos and Musgrave [1970]. Trad. en Grijalbo.

1972. *Human Understanding*, Vol. I. Princeton: Princeton University Press.

VON NEUMANN, J.

1955. *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*. Princeton: Princeton University Press.

VON WRIGHT, C. H.

1951. *An Essay in Modal Logic*. Amsterdam: North Holland.