

CARLOS ROJAS OSORIO

INVITACION A LA
FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

Humacao 2001

TABLA DE CONTENIDO

PRESENTACION	5
1. Idea de la filosofía de la ciencia	1
2. Breve historia de la idea de ciencia	9
3. Conceptos científicos	25
4. Las hipótesis en la ciencia	39
5. Kepler y Descartes: sobre la emergencia del concepto de ley de la naturaleza	55
6. El falsacionismo de Karl Popper	85
7. Estructura de las teorías científicas	103
8. Thomas S. Khun y el cambio en las teorías científicas	131
9. El <i>a priori</i> histórico y el cambio conceptual	141
10. Torretti: acerca del cambio conceptual en la ciencia	159
11. Lenguaje teórico/lenguaje observacional	177
12. La explicación científica	191
13. Inducción y validación empírica	211
14. Ciencia y verdad	227
15. Teorías de las revoluciones científicas y teorías de las revoluciones políticas	241
16. Ética y ciencia	263
17. Pensar la ciencia en la tardomodernidad	275

PRESENTACIÓN

El presente escrito contiene fundamentalmente algunos estudios de filosofía de la ciencia, se trata de las lecciones que sobre dicho tema he presentado en la Universidad de Puerto Rico, en Humacao a lo largo de casi veinte años. He querido publicarlas con el fin de facilitar el trabajo tanto al profesor como al estudiante. Este estudio no tiene otra pretensión que la de ser un trabajo pedagógico. Sólo en algunos aspectos ofrece investigaciones más fondo sobre el tema en cuestión. Es el caso del capítulo VI “Kepler y Descartes sobre la emergencia del concepto de ley de la naturaleza”, trabajo de tipo filosófico en la historia de la ciencia donde se emprende una búsqueda del momento histórico en que se regulariza el concepto de “ley de la naturaleza”; concepto que se articula como un principio del cual depende la totalidad de la ciencia moderna, hasta nuestros días. Este capítulo lo publiqué como artículo en la revista *Diálogos* de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras (Núm. 73, 1999). El capítulo XIV “Verdad y ciencia”, algo modificado, reproduce una parte (mi propia posición) de una investigación más extensa realizada en torno a “El problema de la verdad en la filosofía tardomoderna”, publicado también en *Diálogos* (Núm. 76, 2000); para este libro suprimí la parte histórica del artículo que me pareció menos relevante para la filosofía de la ciencia. El capítulo X “Torretti: sobre el cambio conceptual en la ciencia”, fue una investigación para el encuentro en homenaje a Roberto Torretti y Carla Cordua, también fue publicado en *Diálogos*. El capítulo XVII “Pensar la ciencia en la tardomodernidad” fue preparado para una conferencia dentro de un proyecto dirigido por el Dr. Emilio González en torno al tema de la ciencia desde una perspectiva transdisciplinaria en

la tardomodernidad. En el capítulo IX “El *a priori* histórico y el cambio conceptual” también se desarrolla en la misma dirección del trabajo que acabo de citar.

En el capítulo XV desarrollo una correlación hasta cierto punto novedosa acerca de las teorías de las revoluciones científicas y las teorías de las revoluciones políticas, correlación que en un momento dado me pareció no sólo interesante sino bastante obvia, a pesar de ser poco estudiada.

Hace falta aún mucha reflexión acerca de la ciencia, sobre todo a partir del giro lingüístico, donde el lenguaje se torna el nuevo organizador de las formas de pensar. Richard Rorty planteó, precisamente, esta cuestión del giro lingüístico a propósito de la orientación que los epistemólogos del empirismo lógico le dieron a la filosofía de la ciencia, pero como él mismo vio dicha perspectiva no sólo era reductiva, sino que resultó poco fecunda para la propia epistemología. Pero con criterio más amplio hoy se tiende a plantear la teoría de la ciencia desde el giro lingüístico, teniendo en cuentas tendencias como las desarrolladas por el segundo Wittgenstein, por la hermenéutica, por la teoría de las revoluciones científicas de Kuhn, por Foucault y la comprensión derridiana del saber como escritura. En esa dirección se puede reflexionar hoy en la ciencia y su relación con la filosofía.

I. IDEA DE LA FILOSOFIA DE LA CIENCIA

El objetivo de la ciencia es describir el universo en un esquema o lenguaje ordenado que nos ayude a mirar hacia delante.

J. BRONOWSKI

Uno de los intereses de la filosofía ha sido el problema del conocimiento humano. Los filósofos se han preguntado cuáles son las distintas formas de conocimiento, cuál es su naturaleza y su validez. Obviamente dentro de las distintas formas del conocimiento consideraron la ciencia. En la Antigüedad la ciencia era una de las formas de conocimiento entre otras varias. Pero ha sido la Modernidad la que ha destacado la ciencia como la principal forma de conocimiento. El éxito de la ciencia no sólo en el conocimiento del mundo sino también en la vida práctica de los seres humanos, a través de la técnica, le dio cada vez un mayor impulso; hasta tal punto que la sociedad moderna es consustancialmente una con la ciencia. Con algunas excepciones, como el idealismo alemán, la filosofía trató de mantener estrechos vínculos con la ciencia. Pensemos en Descartes (1596-1650), quien no es sólo el padre de la filosofía moderna, sino también matemático creador de la geometría analítica e impulsor del conocimiento del cuerpo humano como máquina igual que los demás seres vivos. Pensemos en Leibniz, creador del cálculo infinitesimal y crítico de Newton de igual a igual. Sobre todo, pensemos en Kant investigando la posibilidad de la ciencia a partir del hecho real de la existencia de la ciencia newtoniana. Y así podríamos continuar sin fin.

Fue a partir del positivismo del siglo XIX cuando la ciencia se ha convertido en principal objeto de reflexión filosófica. August Comte quiere reflexionar filosóficamente desde la ciencia. Se desecha cualquier otra forma de conocimiento que no sea el científico. Comte considera que la religión y la metafísica son etapas superadas en la evolución de la razón humana, y que sólo con la ciencia adviene la razón a su plena madurez. El mismo Karl Marx se mueve en el ámbito de la más alta consideración de la ciencia. De ahí en adelante la filosofía de la ciencia ha crecido cada vez más en amplitud y profundidad. Hasta no hace mucho los filósofos hablaban de teoría del conocimiento, hoy hablan de filosofía de la ciencia.

Pero, por supuesto, hay varias formas en que la filosofía puede ocuparse de la ciencia. La primera de ella es aprovechando los resultados más abarcadores de los descubrimientos científicos. Kant y Hume hacen su reflexión filosófica a partir de la física newtoniana. Spencer y Comte a partir del descubrimiento de la teoría de la evolución de las especies vivientes. Russell y Whitehead a partir de la teoría de la relatividad. En esta perspectiva se aprovecha el contenido de la ciencia, sus resultados.

Una segunda forma consiste en analizar los principios, presupuestos y métodos científicos desde el punto de vista de su alcance, su verdad y su validez. Se trata de un análisis epistemológico. Se hacen preguntas como las siguientes: ¿Cuáles son los principios sobre los que descansa el conocimiento científico? La filosofía de la ciencia piensa que las ciencias ponen en práctica algunos principios sin que se detenga a analizarlos; y por tanto, sería función de la filosofía el esclarecimiento de los principios, tarea que ella se impuso desde el principio según la definición aristotélica de que la filosofía es el saber de los primeros principios. Otra pregunta que se hace la filosofía de la ciencia es acerca de la naturaleza de la metodología científica. Por ejemplo, ¿es la inducción el principal método científico? ¿O es la deducción? ¿O más bien

una combinación de ambos? ¿O no hay un método científico sino distintos métodos científicos según las distintas disciplinas científicas? ¿Cuál es la base de la validez de dichos métodos científicos?. David Hume, por ejemplo, puso en aprietos los fundamentos del método inductivo, sin que hasta el presente se haya logrado dar una respuesta completamente satisfactoria a sus requisiciones. Debido a ello Karl Popper piensa que el método inductivo no es el método científico, sino más bien el hipotético-deductivo. Lanzamos hipótesis para explicar los hechos, y tratamos de refutarlas para saber si resisten la crítica o no.

Una tercera forma de filosofía de la ciencia es el analizar la estructura conceptual de la ciencia. Aquí se hacen preguntas tales cómo, ¿Qué es un concepto científico? ¿Qué es un concepto teórico y qué es un concepto observacional? ¿Qué es una ley científica? ¿Cuál es la naturaleza de las leyes científicas? ¿Qué es una teoría científica, cuál es su estructura? etc. Debemos notar que la gran ventaja de la filosofía es precisamente su potencia para el análisis conceptual debido a las herramientas lógicas y epistemológicas con que cuenta. El científico hace ciencia, pone en práctica sus métodos y estrategias; pero no siempre es plenamente consciente del alcance conceptual de dichos métodos. Hoy en día predomina entre los filósofos de la ciencia esta orientación de **análisis conceptual** de la estructura de la ciencia. Se ha denominado a ésta una teoría internalista de la ciencia. La mayor parte de lo expuesto en este libro se contextualiza en estas dos formas internalistas de la epistemología. En los tres últimos capítulos se tendrán en cuenta algunos aspectos externalistas.

Una cuarta forma de filosofía de la ciencia trata de mirar la ciencia en sus relaciones externas. No sólo la ciencia en sí misma, sus principios, sus métodos, sus conceptos, sino más bien sus relaciones con la sociedad, con la política, con otras formas del saber según éste se articula en cada época de la historia humana. Esta vertiente ha cobrado mucha importancia

con la introducción de la dimensión histórica de la ciencia. Hoy no se considera ya que haya existido siempre el mismo concepto de ciencia, sino que lo que se entiende por ciencia varía, por ejemplo de la Antigüedad a la Edad Media, luego en el Renacimiento y en la Época Moderna adquiere una nueva definición. Por ejemplo, para Aristóteles es importante la base empírica de la ciencia, pero en ella no incluye la experimentación como parte esencial. No es hasta la Edad Moderna, con algunas poquísimas excepciones antiguas, como Arquímedes en Alejandría, que la experimentación se convierte en parte esencial del método científico. Ni Aristóteles, ni la Edad Media, dan importancia a las matemáticas en la constitución de las ciencias. El pitagorismo, recogido luego por Platón, sí dio importancia a la matemática; pero ello no tuvo consecuencias inmediatas en la Antigüedad. La física que se impuso fue la de Aristóteles, y es ajena a la matemática. En cambio, la Edad Moderna une la matemática y el experimento como los dos ejes que configuran la ciencia. Entre los babilonios la ciencia era fundamentalmente empírica, recolección de datos, sin atrevidas teorías que los organicen en una trama conceptual.

Hoy proliferan los estudios histórico-filosóficos acerca de segmentos determinados del desarrollo de la ciencia. Estos estudios han revolucionado completamente la idea que se tiene de la ciencia. Hasta no hace mucho todo el mundo pensaba que la ciencia es un saber acumulativo, que progresaba sobre las conquistas ya adquiridas. Pero después de Th. Kuhn ya no son tantos los que piensan que la ciencia es acumulativa. Más bien muchos piensan que alguna revolución científica interrumpe discontinuamente el desarrollo de una determinada línea de pensamiento científico y se inaugura otra nueva. Y que las nuevas concepciones no siempre ni en la mayoría de los casos conservan los principios, métodos y conceptos de la época anterior. En todo caso uno de los temas preferidos en la investigación histórico-filosófica de la ciencia es el modo de cambio de las teorías científicas. El progreso del conocimiento

era hasta hace muy poco un dogma indiscutido en la historia y la filosofía de la ciencia. Hoy ya no sucede lo mismo. Algunos ven en la ciencia más su función práctica que su alcance como medio de conocer la naturaleza de las cosas.

Pero no sólo se estudia la evolución interna de las teorías y conceptos científicos, también se los estudia en relación con las condiciones sociales y políticas en que se desenvuelve la ciencia en cada época. No solo hay historia filosófica de la ciencia; también hay sociología de la ciencia. El marxismo, por ejemplo, planteó la difícil relación entre ciencia e ideología. Es decir cuáles son los intereses de clase social que subyacen al desarrollo de una ciencia, de una teoría científica, de un método, etc. Michel Foucault y Paul Feyerabend han enfatizado las relaciones políticas de la ciencia, es decir, sus relaciones con el poder y los poderes que en cada momento de cada sociedad configuran la trama social.

Otras tendencias, como la de la escuela de Frankfurt y la hermenéutica, destacan la diferencia entre los métodos científico naturales y las ciencias sociales e históricas. Casi siempre se ha modelado el concepto de ciencia sobre la base de la investigación en las ciencias naturales y específicamente en la física.

De modo que cada vez se ha hecho más compleja la trama de la filosofía de la ciencia. Me parece que en la actualidad es necesario ubicar la ciencia en la trama general de la cultura humana; es ésta una tarea que siempre ha hecho la filosofía, coordinar los distintos valores y conceptualizar una política a gran escala de la cultura. Muchos de los críticos de la ciencia se sienten abrumados por el impulso racionalista que la ciencia moderna ha traído, combatiendo las formas tradicionales del saber. Por eso es necesario ubicar la ciencia en una escala de valores en la que podamos tener una perspectiva en el ámbito general de la cultura humana. La ciencia sigue siendo la mejor forma de conocimiento de que dispone el ser humano, por lo menos la más exitosa. Pero el hombre no es solo razón,

conocimiento. Y muchos otros valores responden a dimensiones igualmente esenciales del ser humano, como la sensibilidad artística, la responsabilidad ética. Es cierto que no podemos abandonar la ciencia para caer en un oscurantismo suicida. Pero debemos saber valorar la totalidad de las dimensiones en que el ser humano se desenvuelve como ser histórico social. Es importante el conocimiento interno de la ciencia, sus principios, sus métodos, su estructura conceptual. Pero también es importante su relación con los valores, con la ética, con el arte, es decir, con la totalidad de la sociedad. Por eso decía Philip Frank que la filosofía de la ciencia es el puente entre la ciencia y las humanidades.

BIBLIOGRAFÍA

- Adorno, Theodor. *Filosofía y superstición*, Madrid, Alianza/Taurus, 1969.
- Bronowski J. *El sentido común de la ciencia*, Barcelona, Península, 1978.
- Bunge, Mario. *Ciencia y desarrollo*, Buenos Aires, Siglo Veinte, 1982.
- Burt, Arthur. *Los fundamentos metafísicos de la ciencia moderna*, Buenos Aires, Editorial Sudamericana, 1960.
- Butterfield, H. *Los orígenes de la ciencia moderna*, Madrid, Taurus, 1971.
- Cassirer, Ernest. *El problema del conocimiento*, (Vol. I al IV), México, Fondo de Cultura Económica, 1953.
- Dilthey, W. *Introducción a las ciencias del espíritu*, Madrid, Alianza.
- Foucault, Michel. *Las palabras y las cosas*, México, Siglo XXI, 1981.
- Gadamer Hans. *Reason in the Age of Science*, Cambridge, The MIT Press, 1982.
- García Bacca, Juan David. *Historia filosófica de la ciencia*, México, Universidad Autónoma de México, 1963.
- Habermas, Jürgen. *La lógica de las ciencias sociales*, Madrid, Tecnos, 2000, 3?. Ed. (Trad. de Manuel Jiménez Redondo).
- Heisenberg, Werner. *La imagen de la naturaleza en la física actual*, Barcelona, Seix Barral, 1969.
- Kant, I. *Crítica de la razón pura*, México, Editora Nacional, 1973. (Traducción de Manuel García Morente).
- Losee, John. *Introducción histórica a la filosofía de la ciencia*, Madrid, Alianza Editorial, 1972.
- Mindán, Manuel. *Historia de la filosofía y de la ciencia*, Madrid, Anaya, 1969.
- Russell, Bertrand. *A History of Philosophy*, London, Allen and Unwin, 1948, 4. vols.
- Urmson J. O. *Enciclopedia concisa de filosofía y filósofos*, Madrid, Cátedra, 1979.

Wartofsky, Marx. *Introducción a la filosofía de la ciencia*, Madrid, Alianza Editorial, 1968 (2 vols).

Zubiri, Xavier. *Cinco lecciones de filosofía*, Madrid, Sociedad de Estudios y Publicaciones, 1963.

_____ *Naturaleza, Historia y Dios*, Madrid, Editora nacional, 1963.

II. BREVE HISTORIA DE LA IDEA DE CIENCIA

*Ese dejar de creer en el sistema del mundo en
que se creía hasta la fecha.*

JOSÉ ORTEGA Y GASSET

En el momento actual existe plena conciencia de que el concepto de ciencia no ha sido unívoco a lo largo de la historia del saber humano. Es esta la razón por la cual se dedica mayor atención a dilucidar detalladamente cuál es el concepto de ciencia que domina en una época dada.

En un esquema tan breve como el que nos permite este ensayo nos limitaremos a un bosquejo a base de tres épocas, las cuales caracterizaremos así: en la Antigüedad griega y a lo largo de toda la Edad Media domina el concepto de ciencia basado en el programa causal aristotélico. La Época Moderna, en cambio, está basada sobre el principio de legalidad. Finalmente desde el siglo XIX hasta nuestros días domina el principio de historicidad. Causalidad, legalidad, historicidad son otros tantos nombres para tres épocas distintas en la concepción occidental de la ciencia.

Detallemos en primer lugar el programa causal aristotélico. Aristóteles estableció con cierta nitidez la idea de ciencia comparándola con la filosofía, el arte y la experiencia. Pero es el caso que su teoría no fue una mera opinión más, sino que de hecho se convirtió en el modelo de ciencia que a lo largo de veinte siglos habría de dominar el saber occidental; y es el caso también que en la delimitación de fronteras entre las formas distintas del saber Aristóteles tomó como hilo conductor el

principio de causalidad. De ahí que hablemos del programa causal aristotélico.

Aristóteles distribuye el saber humano en cuatro ramas: experiencia, arte o *téchne*, ciencia -*episteme*- y filosofía o sabiduría. La experiencia es el saber particular basado en la percepción y todavía no explicativo. El arte o *téchne* es el razonamiento inductivo, explicativo por las causas y orientado hacia las necesidades prácticas de la vida. La ciencia o *episteme* es también el saber de las causas inmediatas de las cosas, pero orientado hacia el saber desinteresado, más allá de los apremios de la vida. La filosofía se distingue de la ciencia porque se ocupa de las causas y principios primeros. Notemos que lo que Aristóteles denomina arte es muy próximo a lo que actualmente se denomina técnica, y que esta *téchne* sólo se distingue de la ciencia porque la una es práctica y la otra es desinteresada. Para el mundo de hoy en el que todo saber es práctico no se consigue entender bien esta distinción aristotélica; de hecho estaba basada sobre un prejuicio clasista. El sabio pertenecía a una élite que nada quería saber del trabajo manual, de ahí que calificaba a la ciencia y a la filosofía de saberes no prácticos. Historiadores y filósofos han visto en este prejuicio clasista un grave obstáculo que impidió el desarrollo en Grecia de un saber experimental, con la excepción de la escuela de Alejandría, Arquímedes, por ejemplo.

El conocimiento científico según el programa de Aristóteles es uno causal, conocemos algo cuando explicamos las causas. Aristóteles entiende por causa el principio o los principios que entran en la producción de algo, pero esos principios son cuatro. La causa material, la formal, la eficiente y la final. La causa material es la materia que entra en la producción de algo; la causa formal es la naturaleza o esencia de cada cosa, pues la naturaleza es principio de producción interno. Aristóteles pone el ejemplo del movimiento de los planetas. La causa eficiente es el movimiento circular de los planetas; y agrega que en este caso no hay causa final. Curiosamente esta

es una extraña excepción porque en términos de la concepción aristotélica, la naturaleza es teleológica o sea finalista. La naturaleza obra siempre de acuerdo a un fin. Este aspecto es importante, pues es una de las diferencias fundamentales de la ciencia antigua con respecto a la moderna. Aristóteles de hecho basó su concepto de ciencia sobre su práctica de biólogo, el cual trabaja con la pregunta de para qué existe un órgano determinado. El concepto aristotélico de ciencia proviene más de la biología que de la física, y será la física la que asuma en la modernidad la crítica del programa causal aristotélico.

El programa causal aristotélico es a la vez inductivo y deductivo. Partimos de la experiencia observacional y por inducción nos elevamos a los casos generales, pero una vez obtenido el concepto universal lo aplicamos deductivamente a nuevos casos. Aristóteles no se detuvo en la teoría del método inductivo lo practicó ampliamente; su dimensión empirista le permite basar el conocimiento en la experiencia. En la parte deductiva, en cambio, se utiliza la deducción silogística. Como se sabe la teoría del silogismo sí fue detalladamente desarrollada por el Estagirita. Los axiomas fundamentales del saber son intuiciones intelectuales. Una especie de inducción intuitiva; como la del principio de no-contradicción. El modelo lógico-deductivo pasó luego a la geometría de Euclides. Como veremos luego, (cfr. cap. VII) sobre la base silogística, Aristóteles destacó la axiomatización como ideal teórico.

Para Aristóteles la ciencia es universalista, es decir, explica lo universal en la esencia de cada clase de cosas; en cambio, de lo accidental e individual no hay ciencia. Por ello Aristóteles dice en la Poética que la historia es saber de lo individual, reputándola inferior a la poesía, pues esta se ocupa de algo universal. *Según lo dicho, resulta evidente que no es tarea del poeta referir lo que realmente sucede sino lo que podría suceder y los acontecimientos posibles, de acuerdo con la probabilidad o la necesidad. El historiador y el poeta no difieren del hecho de escribir en prosa o en verso. Si las obras de Heródoto fueran versificadas,*

en modo alguno dejarían de ser historia, tanto en prosa como en verso. Pero el historiador y el poeta difieren en que el uno narra lo que sucedió y el otro lo que podría suceder. Por eso, la poesía es algo más filosófico que la historia. (Aristóteles, **Poética**, 1451b). Esta tesis plantea uno de los límites de la teoría de la ciencia de Aristóteles. No hay conocimiento sino de lo universal. Esta tesis perdura en la ciencia moderna; pero el neokantismo de Rickert y, sobre todo, la hermenéutica van a reparar en un grupo de ciencias que no son universalizadoras y que tampoco buscan leyes según el ideal metódico de la modernidad, y ahí serían las estrategias hermenéuticas las que cobran mayor vigor.

Tal es a grandes rasgos el programa causal aristotélico: saber cualitativo, no cuantitativo, Aristóteles no reputaba importante las matemáticas para la física, en clara diferencia con el pitagorismo. Cuando la Época Moderna asuma la importancia de las matemáticas en la ciencia física no será a Aristóteles a quien se invoque, sino más bien, contra Aristóteles se invocará la tradición pitagórico-platónica. Encontraremos el programa causal de la ciencia antigua vigente en investigadores como Boecio, Avicena, Averroes, San Alberto Magno, Santo Tomás de Aquino, etc. La misma prueba de esta vigencia histórica del programa causal aristotélico es que cuando Galileo Galilei se esfuerza por fundamentar la nueva ciencia física es precisamente contra los escolásticos aristotélicos contra quienes tiene que enfrentarse. Cuando Galileo les pide que observen por el telescopio las manchas solares, los escolásticos aristotélicos se niegan a hacerlo porque Aristóteles no habla de eso.

Ciertamente el programa causal aristotélico cobró mayor importancia cuando fue asumido por parte de la filosofía y teología católica medieval, pero también es cierto que esta asociación con el escolasticismo aristotélico será un obstáculo difícil de superar en la pugna por imponerse el nuevo programa de la ciencia moderna. En la física, pues, el programa causal

aristotélico llega hasta Galileo. En fisiología llega hasta Harvey, quien descubre la circulación de la sangre, pero en biología el fijismo aristotélico perdura hasta que Lamarck y Darwin lo refutan. En la epistemología y la metafísica hasta Descartes quien asume el nuevo liderazgo del saber moderno.

II. Pasemos en segundo lugar al programa basado en el principio de **legalidad** característico de la Época Moderna. No pertenece a un solo autor la obra de este nuevo programa. Es una obra que duró a lo largo de cien años y que involucra la iniciativa de filósofos y científicos tales como: Francis Bacon, Galileo Galilei, Copérnico, Kepler, Descartes y Newton. No trataré de ocuparme de cada uno de estos adalides de la nueva ciencia, sino más bien de bosquejar el programa de la legalidad universal.

El programa basado en el principio de legalidad surge en abierta confrontación con el programa causalista que ya hemos bosquejado. La filosofía y la ciencia modernas rechazaron las causas finales y las causas formales, y se quedaron tan sólo con las causas materiales y eficientes. Francis Bacon declara enfáticamente que las causas finales y formales son como –vírgenes estériles, que no paren nada–, no producen nada. En lugar de buscar causas hay que buscar leyes. Del mismo modo Galileo enfatiza que es necesario abandonar el planteamiento acerca de las esencias y limitarnos al menos a los aspectos matematizables y cuantificables del mundo que tratamos de conocer. En lugar de esencias cualitativas Galileo habla de fenómenos descritos en el lenguaje matemático que es el lenguaje de la naturaleza. Escribe Galileo: *Pues, o queremos especular buscando la esencia verdadera e intrínseca de las sustancias naturales; o queremos contentarnos con observaciones (notizia) de algunos de los fenómenos y de algunas de sus afecciones. Buscar la esencia la tengo por empresa no menos que imposible y por fatiga vana en las sustancias próximas como en las remotísimas celestes.* (Galileo, **Opere**, V, p. 187; M. T.)

Es necesario distinguir estas esencias o formas sustanciales de la estructura matemática que algunos intérpretes de la ciencia moderna entienden también como forma, o causalidad formal. (cfr. Kuhn, 1977; Torretti, 1999).

Igualmente Descartes es claramente antifinalista y concibe el mundo como una máquina que podemos investigar matemáticamente.

No solamente se eliminan las causas finales y formales sino que el principio de legalidad se establece como lo primero que ha de guiar la investigación científica. Galileo y Newton dan ejemplos de leyes que no son causales. La ley aparece como una regularidad de la naturaleza y sobre todo como una relación invariable entre variables, relación que es susceptible de ser matematizada. Pero cuando la ley no es causal significa que no establece la causa del fenómeno, desde luego no dice que no la haya. Por ejemplo, cuando Galileo habla de la caída de los cuerpos establece una relación invariable entre el espacio recorrido por un cuerpo y el tiempo que gasta en caer, pero él mismo especifica que no puede pronunciarse sobre la causa de la caída de los cuerpos. Y Newton¹ es igualmente claro en decir que su ley de la gravedad no establece la causa de la gravedad. No es que no haya causas sino que en las leyes no causales no se especifica la causa, pues se refiere a otras variantes del fenómeno en cuestión. *Es de los fenómenos de la naturaleza de los que debemos aprender cuáles cuerpos se atraen recíprocamente, cuáles son las leyes y las propiedades de esta atracción, antes que investigar cuál es la causa que produce la atracción.* (Newton, **Óptica**, Libro III, Q. XXXI).

El principio de legalidad se convierte así en uno más amplio y universal, puesto que hay leyes causales y leyes no-causales. Tampoco se dice que no pueda especificarse la causa, sólo que determinadas leyes no se refieren a la causa, sino a relaciones invariantes. Con Hume la causalidad queda reducida a la sola legalidad.

Un aspecto decisivo en el programa de la legalidad de la

ciencia moderna es la matematización y la experimentación. Como dijimos antes, el programa aristotélico no era matemático, sino cualitativo. En cambio, el nuevo programa basado en la legalidad sí es enteramente matemático. Galileo se valió de la geometría, Descartes descubre la geometría analítica e idealiza el método geométrico como ideal metódico de la ciencia, y Newton y Leibniz descubren el cálculo infinitesimal. Locke, Galileo y Descartes rechazan lo puramente cualitativo como el color, el sabor, el olor, etc. Por considerarlo no cuantificable y por tanto no matematizable. En cambio, juzgan que la extensión y el movimiento son propiedades de los cuerpos que sí son cuantificables y matematizables. El manifiesto matemático de la ciencia moderna se encuentra en Galileo Galilei. Vale la pena repasar sus propias palabras: *La filosofía está escrita en este grandísimo libro que tenemos continuamente abierto ante nuestros ojos (el universo, yo digo) pero que no puede entenderse si antes no se aprende a entender la lengua, y a conocer los caracteres en que está escrito. Está escrito en lengua matemática, y los caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas sin cuyo medio es imposible humanamente entender una palabra; sin ellos, todo es errar vanamente por un oscuro laberinto.* (Galileo Galilei, *Il saggiaiore*, p. 59-60).

Pero no basta la matematización. La ciencia moderna es claramente experimental. Las consecuencias deductivas que salen de una teoría han de confirmarse experimentalmente, y es el experimento el que decide de la veracidad de una teoría o no. La matemática es una herramienta conceptual para hacer clara y consistente una teoría, pero es la experiencia controlada el juez que decide si la teoría es verdadera o no, o por lo menos aproximadamente verdadera. Los historiadores de las ciencias han aclarado ya suficientemente que la experimentación no es exclusiva de la ciencia moderna. Ni tampoco la matematización. Pero que en cierta forma estaban disociadas y la ciencia moderna los asocia en un todo metodológico. Aristóteles era buen observador, cuando menos en biología,

pero despreciaba las matemáticas para las ciencias naturales. La astronomía ptolemaica era matemática, pero no reclamaba una explicación realista sino fenoménica. Es la unión entre matematización y experimentación lo que le da impulso a la ciencia moderna, estimulada por nuevas condiciones sociales. Estas condiciones sociales no son de despreciarse; en particular son importantes dos aspectos: una nueva valoración del mundo natural y sobre todo el impulso práctico industrial que nace con el capitalismo moderno. El sabio medieval le interesaba el saber sobre las cosas trascendentes. El científico moderno es claramente inmanentista y ningún objeto por humilde que sea es despreciable para la tarea investigativa. Pero sobre todo es importante la intención práctica-industrial del saber científico moderno, Bacon lo consagró en forma clásica: saber es poder y su utopía *La Nueva Atlántida* expone el futuro de la sociedad a base de técnicas industriales creadas por la ciencia moderna. La ciencia moderna nace así bajo el impulso de un *a priori* práctico, el control de las fuerzas naturales por parte de la razón humana. Lo que hoy nosotros vemos es consecuencia de ese programa concertado al inicio de la Edad Moderna. Ciencia y capitalismo nacieron bajo unos mismos auspicios.

En el devenir del programa legaliforme, tal como lo concibieron los pioneros de la ciencia moderna, sólo hay que agregar la introducción de leyes estadísticas a lo largo del siglo diecinueve, tanto en las ciencias sociales como en las naturales. Este punto es importante porque cada vez más el tipo de ley que domina en la ciencia es la ley estadística, ejemplificada en la física contemporánea en sus mismos fundamentos con la mecánica cuántica.

Para la ciencia moderna, la ciencia es conocimiento por medio de leyes, el científico busca encontrar en la naturaleza y en la sociedad estructuras nómicas. (Para una explicación detallada de la emergencia del concepto de ley ver el capítulo V).

III. Pasemos ahora al programa basado en la **historicidad**. Este programa surge en el siglo XIX y también es debido a varios autores en distintos frentes. En realidad este programa no pretende destronar al programa basado en la legalidad, pero sí cobra conciencia sobre la naturaleza y alcance de la ciencia misma. En este programa histórico tiene importancia en primer lugar la biología evolucionista. Pues hay que comprender que en general la concepción del mundo tanto antigua como la surgida de la ciencia moderna es estática. En Descartes, en Newton el mundo está todavía jerárquicamente ordenado, estáticamente configurado, pues se tiene una concepción mecanicista del orden natural. Con el evolucionismo surge una visión procesual del mundo natural y humano. Es verdad que Darwin formuló escrupulosamente la teoría de la evolución de las especies sólo para la biología, pero su compatriota y contemporáneo Herbert Spencer le dio una visión cósmica en la que se hablaba de una evolución inorgánica, orgánica y supraorgánica o cultural. No sólo era el mundo viviente el que evolucionaba, es necesario ver la evolución desde el átomo hasta el hombre y su historia. El universo es un proceso. Hay una historia de la naturaleza y una historia de las culturas humanas. Este fue un primer impulso al programa de historicidad, se trata de historicidad de la naturaleza; programa que la ciencia moderna ha continuado en ciencias nuevas como la bioquímica, la genética e incluso la bioastrofísica. En el siglo XX Alfred Whitehead habrá de interpretar las leyes naturales como leyes válidas para *épocas* del mundo, con lo cual procesualiza también las leyes y las inserta en el programa de la historicidad natural. No en vano autores del siglo XX como Popper y Toulmin han partido de tesis darwinianas para entender el procedimiento científico.

Pero incluso en el campo de la metodología surge por primera vez en el siglo XIX el problema de plantear la comprensión del método científico a base de la historia. Esto

surge con el inglés *William Whewell*. Se disputa para entonces si la metodología científica es inductiva o deductiva (hipotético-deductiva). John Stuart Mill defendía tenazmente la idea de que la ciencia sigue básicamente un método inductivo, estableciendo además cuáles son esos cánones inductivos. Pero Whewell replica, por primera vez, que para conocer efectivamente el método científico era necesario recurrir a la enseñanza de la historia de las ciencias. Y lo que la historia de las ciencias nos enseñan, dice Whewell, es la importancia de las hipótesis, de la imaginación creadora en la construcción científica.

Hay otro campo en el que surge la historicidad del saber humano. Se trata de la dialéctica hegeliana y de la dialéctica marxista. En efecto Hegel enseña la historicidad de todo el saber humano. Es verdad que Hegel no se refirió muy explícitamente a la metodología de las ciencias naturales; pero entendió que el arte, la religión, la filosofía son saberes completamente históricos, es decir dependen de un marco histórico determinado. De hecho el modelo dialéctico de Hegel permite entender un problema del cual se hablará mucho en el siglo veinte. Me refiero al problema de la continuidad y discontinuidad del conocimiento. Para Hegel la verdad es dialéctica, y eso quiere decir que las nuevas teorías asumen lo verdadero que hay en las teorías desplazadas. Nada se pierde de lo verdadero. Todo se recupera en las nuevas síntesis. Aunque Hegel no se refirió tanto a las ciencias naturales sí se refirió a las ciencias históricas, y además tiene gran impacto cuando el marxismo afronta el problema de la ciencia. En ese caso no hay duda de que se asumen tesis hegelianas.

En cuanto a Marx, éste insistió en los marcos sociales, históricos del conocimiento humano. Recalca la dependencia de la ciencia moderna respecto de la industria. ¿Qué sería la ciencia moderna sin la industria?, se pregunta Marx en *La ideología alemana*. Establece la importancia de las ideologías en su relación con toda forma de saber. También Marx se refirió especialmente a las ciencias sociales, pero su teoría de la

dependencia social de toda forma de ser es aplicable igualmente al saber natural.

El programa de historicidad ha continuado creciendo en el siglo XX con autores como Th. Kuhn, sobre todo Gaston Bachelard, Toulmin, Feyerabend, Wittgenstein, etc. Temas que estudiaremos en posteriores capítulos. De momento interesa darse cuenta del hecho de que esta historicidad de la ciencia ha sido pensada desde modelos evolucionistas o más bien desde otros modelos rupturalistas (o discontinuistas). Popper da una visión evolucionista del cambio conceptual en la ciencia. En cambio, Kuhn y Feyerabend dan una visión discontinuista.

Más recientemente el **giro lingüístico** de la filosofía entronca con los modelos históricos discontinuistas de cambio conceptual en la ciencia. Kuhn o Michel Foucault están impregnados del giro lingüístico. El giro lingüístico considera al lenguaje como el organizador del pensamiento. Sobre este aspecto nos detendremos también en las últimas lecciones. Como ya dije, la hermenéutica, que también forma parte del giro lingüístico, limitó las pretensiones universalistas del modelo nomológico (basado en leyes) de la ciencia moderna y destaca que aparte de la explicación legal es necesario tener en cuenta el comprender como propio de las ciencias históricas e incluso de las ciencias sociales.

Sobre la clasificación de las ciencias

Existen varias clasificaciones de las ciencias. Vamos a referirnos a tres de ellas, de modo que el lenguaje taxonómico que usan nos sea útil a lo largo de los siguientes temas.

I. H. Rickert divide las ciencias en nomotéticas e ideográficas. Son ciencias **nomotéticas** las que se basan en leyes. En esta subdivisión entran las ciencias matemáticas, la lógica, y en general, las ciencias naturales. Las ciencias **ideográficas** son las que estudian acontecimientos

individuales, no leyes. Son ciencias individualizadoras, mientras que las ciencias nomotéticas son ciencias generalizadoras. Ya habíamos visto que Aristóteles nos dice que la **historia** no trata acerca de lo universal, sino de lo particular. Las ciencias históricas son, pues, ciencias ideográficas. Ahí entran todas las historias: historia del pensamiento, historia de la literatura, historia de la religión, historia de la ciencia, etcétera. El fundamento de esta taxonomía es la división naturaleza y cultura. La cultura hace referencia fundamentalmente a valores, no a clases naturales como en las ciencias nomotéticas. Una cultura es, para Rickert, un sistema de valores.

II. Mario Bunge divide las ciencias en formales y factuales. Las ciencias **formales** son las que sólo trabajan con la sintaxis de los signos, como la lógica y las matemáticas. Esta tesis supone que las entidades matemáticas no son entidades empíricas, sino construcciones de la razón humana. Por lo tanto, en las ciencias formales no estudiamos hechos, sino sistemas de signos y sus relaciones.

Las ciencias **factuales** son las que estudian hechos o realidades. Las ciencias factuales se subdividen en ciencias **naturales** y en **ciencias sociales**. Las ciencias naturales son la física, la astronomía, la química, la biología y la psicología. Las ciencias sociales son: la historia, la economía, la sociología, la lingüística, la política, etcétera.

III. Jürgen Habermas divide las ciencias en empírico-analíticas, histórico-hermenéuticas y ciencias sociales. Las **ciencias empírico-analíticas** son las que siguen los métodos de las ciencias naturales y formales. Métodos de análisis tomados de la lógica y las matemáticas, y métodos empíricos como la observación y la experimentación. Las ciencias empírico-analíticas siguen un interés técnico: el dominio de la naturaleza. Las ciencias **histórico-hermenéuticas** son todas las ciencias históricas; su método

es la interpretación, de ahí el nombre de hermenéuticas. ¿Es la comprensión de sentido lo que, en lugar de la observación, abre acceso a los hechos. A la contrastación sistemática de suposiciones legales corresponde aquí la interpretación de textos. Las reglas de la hermenéutica determinan, por lo tanto, el posible sentido de los enunciados de las ciencias del espíritu. (Habermas, *Ciencia y técnica como ideología*, p. 170). El interés de las ciencias hermenéuticas es práctico: la comprensión de los seres humanos en la cultura y en la historia. Las **ciencias sociales** siguen un método fundamentalmente crítico. Abordan la crítica de las ideologías y la crítica del objetivismo de los dos grupos anteriores de ciencias. La ciencia social se esfuerza por examinar cuándo las proposiciones teóricas captan legalidades invariantes de acción social, y cuándo captan relaciones de dependencia, ideológicamente fijadas, pero en principio susceptibles de cambio. (Ibid., p. 172) El interés de las ciencias sociales es la emancipación. Como en el psicoanálisis, cuyo objetivo es la liberación del individuo de sus traumas y complejos. Nótese que la psicología es un lugar de disputa: en la clasificación de Bunge entra dentro de las ciencias naturales mientras que en la clasificación de Habermas entra en las ciencias sociales. La clasificación de Bunge tiene su fundamento en el **objeto** de estudio, según que sean signos, la naturaleza o el ser humano. La clasificación de Habermas y Rickert sigue más bien métodos: el generalizador y el individualizador en éste último; y en Habermas métodos empírico y analíticos, hermenéuticos o metodología crítica.

BIBLIOGRAFIA

Arango, Iván Darío. *La reconstitución clásica del saber*. Copérnico, Galileo, Descartes. Medellín, Otraparte. Editorial de la Universidad de Antioquia, 1993, 2?.

Aristóteles, *Metafísica*, Madrid, Gredos, 1990. (Edición trilingüe. Traducción de Valentín García Yebra).

_____. *Física*, Madrid, Gredos, 1995. (Trad. de Guillermo de Echandía).

_____. *Poética*, Caracas, Monte Avila Editores/Latinoamericana, 1998, 3?. ed. (Traducción de Ángel J. Cappelletti).

Bachelard, Gaston. *La formación del espíritu científico*, México, Siglo XXI, 1982. 10?. Ed.

Beltrán, Antonio. *Revolución científica, Renacimiento e historia de la ciencia*. México/Madrid, Siglo XXI Editores, 1995.

Babini, José. *Galileo*, Buenos Aires, Centro Editor de América Latina, 1967.

Bunge, Mario. *La investigación científica*, Barcelona, Ariel, 1976, 5?. Ed.

Cohen, Bernard. *La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas*, Madrid, Alianza Editorial, 1983.

Copérnico, *De revolutionibus orbium coelestium, Sobre las revoluciones de los orbes celestes (1543)*. Madrid, Tecnos, 1987. Edición preparada por Carlos Mínguez Pérez.

Descartes, René. *Los principios de la filosofía*, Madrid, Alianza Editorial, 1995.

Galilei, Galileo. *Diálogo dei Massimi Sistemi*, Milano/Napoli, Arnoldo Mondadore Editore, 1996. (A cura de Ferdinando Flora).

_____. *Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos nuevas ciencias*, Madrid, Editora Nacional, 1976. (Edición preparada por Carlos Solís y Javier Sádaba).

_____. *Carta a Cristina de Lorena*, Madrid, Alianza Editorial, 1994. (Edición de Moisés González García).

Granés, José. *Newton y el empirismo*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 1988.

Grosseteste, Roberto. *Suma de los ocho libros de la Física de Aristóteles*, Buenos Aires, Editorial Universitaria, 1972. (Texto latino, traducción y notas de J. E. Bolzán y Celina Lértora Mendoza).

Habermas J. *Ciencia y técnica como ideología*, Madrid, Tecnos, 1999, 4?. Ed. (Traducción de Manuel Jiménez Redondo y Manuel Garrido).

Hall, Rupert. *La revolución científica, 1500-1750*. Barcelona, Crítica, 1985.

Kant, Immanuel. *Principios metafísicos de la ciencia de la naturaleza*, Madrid, Alianza Editorial, 1989. (Trad. de Carlos Másmela).

Kedrov M. B./Spirkin. *La ciencia*, México, Grijalbo, 1968.

Koyré, Alexandre. *Del mundo cerrado al universo infinito*, México, Siglo XXI, 1982, 3a. Ed.

Kuhn, Thomas S. *The Essential Tension*, University of Chicago Press, 1977.

_____. *La revolución copernicana*, Barcelona, Ariel, 1981, reimp.

Newton, Isaac. *The mathematical principles of natural philosophy*, London, Dawson's of Pal Mall. 1968. Trad. castellana: *Principios matemáticos de la filosofía natural*, Madrid, Editora Nacional, 1983.

_____. *Optics*, Londres, 1730. Hay traducción castellana en: Madrid, Alfaguara, 1977, de Carlos Solís.

Noiray, André (y otros) *La filosofía. De Hegel a Foucault*. Bilbao, Mensajero, 1974.

Oldroyd, David. *El arco del conocimiento, Introducción a la historia de la filosofía y metodología de la ciencia*. Barcelona, Crítica, 1993.

Ortega y Gasset, José. *En torno a Galileo*, Madrid, Revista de Occidente, 1967, 3a. ed.

Prigogine, Ilya/ Stengers, Isabelle. *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*. Madrid, Alianza Editorial, 1983.

Rei, Darío. *La revolución científica, Ciencia y sociedad en Europa entre los siglos XV y XVII*. Barcelona, Icaria, 1978.

Rémusat, Carlos (de). *Bacon*, Buenos Aires, Editorial Americalee, 1944.

Resher, Nicolas. *The Limits of Lawfulness*, London, University Press of America, 1983.

Rickert, Heinrich. *Ciencia cultural, ciencia natural*. Madrid, Espasa-Calpe, 1965, 4a. Ed.

Rojas Osorio, Carlos. *El problema de la causalidad en la epistemología de Mario Bunge*, Ponce, 1981.

Severino, Emanuele. *Legge e caso*. Milano, Adelphi, Edizioni, 1990, 3a. Ed.

Steven, Shapin. *La revolución científica. Una interpretación alternativa*. Buenos Aires, Barcelona, 2000.

Torretti, Roberto. *Philosophy of Physics*. Cambridge University Press, 1999.

III. CONCEPTOS CIENTÍFICOS

La filosofía histórica [...] no se puede concebir en modo alguno separada de la ciencia natural, el más reciente de los métodos filosóficos.

FRIEDRICH NIETZSCHE

1. En el lenguaje corriente los conceptos forman parte de la unidad íntima entre significante y significado. La palabra es una unidad fonemática que comporta al mismo tiempo un determinado significado. Pero la asociación entre ese significante y determinado significado se da en el uso social que hacemos del lenguaje. Que a la secuencia fonemática “e-s-t-r-e-ll-a” corresponda un *significado* (astro con luz propia) se debe a que hemos aprendido conjuntamente en la lengua de la sociedad en que nos desarrollamos esa secuencia de sonidos unida a ese significado. Nadie le quita libertad a los individuos o los grupos sociales de cambiar el significado de las palabras, pero ocurre que primariamente el significado que aprendemos es el usual (o los usuales, si hay varios). Esto desde el punto de vista sincrónico, o sea, desde el estado del sistema lingüístico tal como lo aprendimos en el momento que lo aprendimos. ¿Cómo se formaron originalmente el significado de las palabras, su uso social? Este un problema diacrónico (histórico) que es de más difícil solución, pero que de momento no interesa para los fines de la caracterización de los conceptos científicos.

2. Las ciencias crean sus propios lenguajes. Pero, aunque las ciencias crean sus propios lenguajes, de alguna manera comparten con el lenguaje corriente no pocas significaciones.

Sólo los lenguajes formalizados (axiomatizados y simbolizados) son independientes del lenguaje corriente. Como ocurre en las teorías matemáticas formalizadas, o en las teorías físicas axiomatizadas y matematizadas, o en la lógica simbólica moderna a partir de Frege.

3. Al crear sus propios lenguajes las distintas ciencias crean sus propios conceptos con significados estipulados. Y cuando hay un cambio conceptual o una transformación en el esquema conceptual de una ciencia, también cambian los significados de los conceptos. Esto significa que los conceptos científicos son **históricos**, es decir, instituidos en un momento u otro del devenir de cada ciencia. No es necesario aceptar la tesis platónica de ideas eternas. Ni siquiera la tesis kantiana de un conjunto de categorías del entendimiento de validez universal *a priori*. Tanto el esquema platónico como el kantiano son ahistóricos. Aunque Kant en el famoso "Prólogo" a la segunda edición de la *Crítica de la razón pura* hizo un esquema histórico de los momentos en que los conceptos de una ciencia alcanzan el nivel de científicidad. Por ejemplo, dice que la lógica alcanzó su carácter de ciencia con Aristóteles. La matemática alcanza su estatuto científico con los griegos, y la física sólo en la modernidad con Galileo Galilei. Escribe Kant: *El primero que demostró el triángulo isósceles (háyase llamado Thales o como se quiera) percibió una luz nueva; pues encontró que no tenía que inquirir lo que veía en la figura o aun en el mero concepto de ella y, por decirlo así aprender de ella sus propiedades, sino que tenía que **producirla**, por medio de lo que, según conceptos, él mismo había pensado y expuesto en ella a priori (por construcción).* (p. 21) Veremos más adelante que tanto Husserl como Heidegger se inspiraron en esta concepción kantiana de la apertura histórica de un campo de inteligibilidad. Hegel demostró que todos nuestros conceptos se constituyen históricamente, es decir irrumpen en un momento dado en la historia del saber humano, luego puede ser que declinen o que se inserten en nuevas configuraciones históricas del saber. Muchos otros filósofos han defendido la radical historicidad de los conceptos.

Nietzsche afirmó que los conceptos son históricos y dependen de la gramática de una lengua. Heidegger sostiene que los conceptos básicos dependen de una apertura histórico epocal. Wittgenstein sostiene también la historicidad de los conceptos humanos en cuanto forman parte de una forma de vida; algunos conceptos los consideramos a manera de *a priori* porque forman parte del telón de fondo del saber de una cultura. Foucault considera la historicidad del saber humano dependiendo de las problematizaciones o *epistemai* de cada época en cada cultura. Thomas S. Kuhn nos dice que los conceptos forman parte de paradigmas y cambian con las revoluciones científicas. Y así, la lista podría ser interminable.

4. En el capítulo II pudimos constatar que el concepto de “causa” se formó en la filosofía de Aristóteles, quien fue el que creó el programa de lo que habría de ser la ciencia durante dos milenios, justo hasta el Renacimiento. Luego al comienzo de la época moderna Kepler y Descartes regularizan el concepto de “ley” que pasa a convertirse en el concepto clave de la ciencia moderna. Unido al concepto de ley se va formando el concepto de **explicación** en base a leyes. Modelo explicativo válido para las ciencias nomológicas (basadas en leyes). Pero la hermenéutica, de Hegel a Dilthey, y de éste a Habermas y Gadamer, destacan que no es suficiente el concepto de explicación nomológica, sino que hace falta el concepto de **comprensión**. Porque éste aplica a ciencias individualizadoras, como son las ciencias históricas, mientras que a éstas no aplica el concepto universalizador de las ciencias nomológicas.

5. Aunque los conceptos científicos son históricos en cuanto forman parte del lenguaje de una ciencia en un momento de su devenir, sin embargo, esto no significa que pierdan todo valor una vez que caduca el marco epistémico dentro del cual se formaron. Pueden ocurrir varias posibilidades.

6. Una posibilidad es que el concepto caduque por completo. Como es el caso del *flogisto* en la química moderna

a partir de Lavoisier, quien lo elimina y crea el concepto de “oxígeno”, mientras que en la alquimia no existía éste último concepto. El concepto de ‘oxígeno’ se incorpora a las ciencias naturales en ese momento y hasta ahora sigue teniendo validez. Lo mismo sucedió con el concepto de “éter”, éste existía en la física hasta que Einstein lo destruyó. El éter era la materia sutil a través de la cual supuestamente debían moverse las fuerzas gravitatorias (Newton) y las fuerzas electromagnéticas. Einstein demostró que los fotones que componen la luz se desplaza en el vacío sin necesidad de un medio a través del cual desplazarse.

7. Una segunda posibilidad es que el concepto se transforme al pasar de un marco epistémico a otro. Así, “evolución” significa algo distinto en la teoría lamarckiana que en la biología mendeliana. En Lamarck la evolución implicaba también la herencia de los caracteres adquiridos. Pero después de Mendel la biología rechaza esta tesis y sólo son hereditarios los caracteres que forman parte del material genético. El concepto de “evolución” sufre, pues, una transformación al pasar de un marco epistémico a otro. Pero en este caso se salva el concepto, persiste transformándose.

8. Los conceptos tienen extensión (denotación) y comprensión (intensión, o connotación). La **extensión** de un concepto es el número de individuos a los cuales se aplica. Así, felino tiene mayor extensión que lobo. La **comprensión** o intensión de un concepto está constituida por las notas o propiedades que un determinado concepto implica. Así, el concepto triángulo implica una figura geométrica de tres lados y tres ángulos. Tener tres lados, tres ángulos y ser una figura geométrica son las notas o propiedades implicadas en el significado de la palabra triángulo, es decir, en el concepto triángulo. Canguilhem escribe: *Elaborar un concepto es hacer variar su extensión y su comprensión, es generalizarlo por la incorporación de los rasgos de excepción, es exportarlo fuera de su campo de origen, es tomarlo como modelo, o al revés,*

buscárselo, en una palabra, es conferirle progresivamente, mediante transformaciones reguladas, la función de forma". (Canguilhem, 1968).

9. Los lógicos hallaron una ley que relaciona la intensidad y la extensión de un concepto. Si una serie de conceptos relacionados entre sí está ordenada en orden de intensidad creciente, su extensión será decreciente. O mejor dicho, la intensidad y la extensión de una serie de conceptos se relacionan inversamente. Animal, vertebrado, mamífero, felino, lobo. Son conceptos ordenados en forma de intensidad creciente, pues al pasar de un concepto al otro agrego una nota o propiedad; pero el orden de la extensión será decreciente. Hay menos lobos que felinos, menos felinos que mamíferos, menos mamíferos que vertebrados y menos vertebrados que animales. Animal tiene la mayor extensión pero la menor comprensión, y lobo la menor extensión pero la mayor comprensión. Los **extensionalistas** definen la significación de un concepto sólo por su extensión; y los **intensionalistas** definen la significación de un concepto sólo por su intensidad. "Como la extensión y la intensidad son dos aspectos complementarios, el extensionalismo y el intensionalismo son doctrinas unilaterales". (Bunge, 1976, p. 92). Bunge agrega que en las teorías formales es posible que algunos conceptos sean definidos sólo por la extensión. Las ciencias formales, como vimos, son las matemáticas y la lógica, las cuales no hablan de entidades empíricas. Los conceptos científicos tienden a minimizar la vaguedad. Para ello es importante que el concepto tenga una intensidad bien definida, determinada. Lo mismo es necesario decir de la extensión; su vaguedad debe ser mínima. De acuerdo a Bunge, un concepto es científico si es sistemático, es decir, si pertenece a una teoría científica. (ibid., p. 182)

10. Desde el punto de vista de su *temporalidad* los conceptos pueden analizarse en forma sincrónica o diacrónica. La forma diacrónica de análisis de un concepto es el estudio de su historia, de su devenir, de su formación y constitución dentro

de un campo científico, y también de sus transformaciones. Por ejemplo, el concepto de masa significa originalmente peso (física aristotélica), en Newton la masa es el coeficiente de la aceleración (Ernest Mach) y en Einstein la masa se hace equivalente a la energía multiplicada por el cuadrado de la velocidad de la luz. El estudio sincrónico de un concepto es su análisis en cuanto forma parte de un campo conceptual o campo semántico en una teoría determinada, puede ser del pasado, si hacemos un corte transversal en el tiempo histórico, o puede ser en el presente. En la ciencia no se dan conceptos aislados, sino como bien dice Toulmin, formando poblaciones conceptuales. Espacio absoluto, tiempo absoluto, movimiento absoluto, aceleración, fuerza, masa, etcétera, son conceptos que forman parte de la mecánica newtoniana, pero no de la física einsteniana.

11. Con el lenguaje nombramos las cosas y procesos. El sistema de denominación que una lengua lleva a cabo es convencional; esto es así si se piensa que la naturaleza no da nombre a las cosas, no nos dice que lenguaje hemos de usar para describirla o explicarla. La naturaleza ni habla ni escribe. Toda lengua es una creación humana, y con la lengua hablamos y escribimos acerca de la naturaleza y la sociedad. Por otra parte, como ha mostrado Benveniste, las palabras se forman en el interior del sistema de la lengua, y siendo así dicho procedimiento no es arbitrario sino que sigue una legalidad intralingüística. Los nombres son convencionales por relación a las cosas y procesos que significan, pero no son arbitrarios por relación al sistema de la lengua. Como vimos, las distintas ciencias parten del lenguaje corriente y a la vez lo refinan. Toda clasificación trata de ser sistemática. La denominación que la lengua va creando es ya una taxonomía. La taxonomía es un lenguaje. *En la clasificación se pone en relación una teoría de la Naturaleza con una teoría del lenguaje.*¹

1. Paolo Rossi, *El nacimiento de la ciencia moderna en Europa*, Barcelona, Crítica, 1997, p. 189.

Cada nombre de una entidad contiene una cierta información acerca de ella. La taxonomía aristotélica con dos palabras ubica una entidad dentro de un género y le señala la diferencia específica. La entidad definida es la especie. El sistema de Linneo comprende dos palabras para cada planta o animal. Esas dos palabras aluden, igual que en el sistema aristotélico, al género y a una diferencia que la distingue dentro de las semejanzas del mismo género. El latín funcionó aquí como lengua universal. El sistema clasificatorio científico se mueve dentro de la propia lengua o nomenclatura creada por cada ciencia. Y dentro de ese movimiento interior el sistema no es arbitrario. A partir del surgimiento de la teoría evolucionista, la sistemática taxonómica no trata sólo de ubicar al ser viviente dentro de una nomenclatura, sino también dentro de la ramificación evolutiva que le corresponde.

12. En la ciencia se distingue entre conceptos **clasificatorios, comparativos y métricos**. Los conceptos *clasificatorios son aquellos que atribuyen propiedades a los individuos del dominio que clasifican.* (Mosterín, 1993, p. 15) Clasificar es identificar algo en cuanto pertenece a un cierto tipo. Se trata de una operación elemental que hacemos por la inteligencia y el lenguaje. En la clasificación seleccionamos rasgos de las cosas o procesos; a estos rasgos les damos el nombre de atributos, propiedades o cualidades. Si decimos que una cosa o proceso es de determinado tipo, decimos que pertenece a una determinada clase. Tipo es un concepto comparativo, pues las cosas de cierto tipo lo son porque tienen alguna propiedad en común. **Género** es la clase a la que pertenecen dos cosas que se comparan. **Diferencia** son subclases dentro de la clase genérica, las cuales se distinguen entre sí. Felino es un concepto genérico; perro y lobo son subclases de ese género.

13. Los conceptos **comparativos** implican una relación de equivalencia y de orden débil. La relación de equivalencia “corresponde a la coincidencia o indiferencia respecto a la

propiedad de que se trate, altura, dureza, etc. La relación de orden débil corresponde a la precedencia o inferioridad con respecto a esa propiedad". (Ibid, p. 17) Dentro del subtema de los conceptos comparativos se analizan los sistemas ordinales, los sistemas extensivos y las escalas proporcionales.

14. Los conceptos **métricos** significan magnitudes de escalas de tipo idéntico en el que el sistema empírico se corresponde con un sistema matemático. Medir es "encontrar un valor que la función métrica asigna a un objeto". (Ibid., p. 20) La ciencia moderna, nos dice Mosterín, ha avanzado por la vía de la matematización y cuantificación de los fenómenos. Los conceptos métricos juegan un papel de intermediarios entre la realidad y los modelos (o ficciones) que creamos para hacer inteligible la realidad. "Longitud" es un concepto comparativo, implica la comparación entre diferentes longitudes. Los conceptos comparativos nos permiten establecer un orden: más largo, menos largo, etc. Los conceptos comparativos han surgido primero, y luego han dado lugar a conceptos cuantitativos. (Díez/Moulines, 1997, 108) Los conceptos métricos van asociados a ciertas operaciones; de ahí que también se les designe como conceptos operacionales. El concepto peso se operacionaliza mediante el uso de una balanza. Pero es bueno recordar que no todos los conceptos científicos son operacionales, como pensaba el operacionalismo de Bridgman.

15. Hay conceptos que son reflexivos. La **reflexividad** de un concepto se da cuando el concepto se aplica a sí mismo. Platón se preguntaba si la belleza es bella. Pero no es así. Belleza no es un concepto reflexivo. En cambio, el concepto "signo" es reflexivo, pues él mismo es un signo.

La reflexividad de un concepto puede simbolizarse así: Dado el conjunto A, la relación es reflexiva, si y sólo si, $(x) (x \in A \rightarrow xRx)$.

Algunos conceptos son **transitivos**. Por ejemplo Si A es mayor que B, y B mayor que C, A es mayor que C.

16. Los conceptos se unen para formar enunciados o proposiciones. La proposición, afirma Aristóteles, es una frase en la cual se afirma o se niega algo. Hay frases que no afirman nada, por tanto, no son proposiciones. El lenguaje en el que se afirma o se niega lo denomina el Estagirita lenguaje **apofántico**. Tanto la lógica como la ciencia empírica y formal tratan sólo con este lenguaje apofántico. La gramática, en cambio, estudia toda clase de frases. En cuanto que las proposiciones afirman o niegan algo pueden ser verdaderas o falsas. Verdad o falsedad aplica a los enunciados o proposiciones. Las teorías científicas forman conjuntos de proposiciones ligadas en forma lógica estricta o más o menos laxa.

17. Los enunciados pueden ser analíticos o sintéticos. Kant utiliza dos definiciones de analítico. 1) Un juicio o proposición es analítico si el concepto que hace de predicado está ya contenido en el concepto que hace de sujeto. En caso contrario se dice que el juicio o proposición es sintético (sintético I). Este primer criterio de analiticidad aplica sólo a los juicios categóricos. Juicios categóricos son los que afirman o niegan sin más, es decir, sin poner condiciones; afirma o niegan incondicionalmente. 2) El segundo criterio de analiticidad es el que se basa en el principio de identidad. En este segundo criterio un juicio sería analítico si su negación conduce a una contradicción. En cambio, el criterio de sinteticidad II se relaciona con los juicios sintéticos *a posteriori*.

18. El filósofo estadounidense Norman Willard Quine ha discutido la validez de esta división de los juicios en analíticos y sintéticos. El denomina esta división dogma empirista. Para él la ciencia constituye una totalidad en la cual sólo la periferia de la misma "toca" la experiencia. De modo que en este enfoque holístico no cabe una distinción neta entre lo empírico y lo *a priori*. Cualquier modificación en las teorías científicas

repercute en el resto de la totalidad de la ciencia. Alvaro López Fernández (1997) nos dice que Quine no tuvo en cuenta que Kant rechazó el dualismo de los juicios analíticos y sintéticos e introdujo una tercera categoría de juicios: los juicios sintéticos *a priori*. De modo que Kant parte de la tradición empirista pero la critica. Para Kant los juicios sintéticos *a priori* son los que tienen su fundamento en las categorías *a priori* del entendimiento o en las intuiciones puras de la sensibilidad (espacio y tiempo). Son juicios apodícticos, es decir, necesarios, pero su necesidad no es la necesidad lógica.

19. Los conceptos se reúnen en proposiciones y las proposiciones se reúnen en razonamientos. Un razonamiento es un proceso lógico mediante el cual derivamos una conclusión a partir de unas premisas dadas. Si la derivación se sigue con carácter necesario, decimos que el razonamiento es deductivo. En cambio, si la derivación de la conclusión a partir de las premisas no es necesaria sino probable, entonces decimos que el razonamiento es inductivo.

20. Muchas filosofías de la ciencia se diferencian según que privilegien el método hipotético deductivo o el inductivo. Aristóteles privilegiaba la silogística que es un método deductivo de razonamiento. En este marco epistémico aristotélico la primera figura del silogismo juega un papel central por cuanto a esta figura pueden reducirse las demás figuras silogísticas. En esa misma línea, Aristóteles le dio mucha importancia a la axiomatización de las teorías, y esto, como bien dice Roberto Torretti (en Moulines (ed), 1993), *fascinó* a los filósofos y epistemólogos hasta el día de hoy. La silogística aristotélica fue el modelo del saber más perfecto que la Edad Media concibió, con algunas pocas excepciones de teóricos experimentales como Rogerio Bacon y Roberto Grosseteste. Aristóteles también le dio importancia a la inducción. La definió como el paso de premisas particulares a conclusiones generales. Y Aristóteles le dio importancia a la

observación. Como biólogo clasificó quinientas especies de animales y estudió detenidamente la reproducción de los animales. Sabía, por ejemplo, que la ballena es un mamífero y no un pez.

21. Karl Popper, en la epistemología del siglo XX, le da importancia a los métodos lógicos en la ciencia. Considera que el método hipotético deductivo es el método científico por excelencia. Las teorías son científicas si son refutables por la experiencia. Para ello utiliza la forma lógica del modus **tollens**. (Ver el capítulo VI, dedicado a Popper). Lo que era la primera figura del silogismo para Aristóteles, pasa a ser el **modus tollens** para Popper. Esta prevalencia del método hipotético deductivo también se encuentra en Descartes, Leibniz, Kant, Whewhell, etcétera. En general el **racionalismo** defiende la idea de que el método hipotético deductivo es el modelo de la investigación científica y el empirismo defiende el método inductivo como modelo de la investigación científica.

22. Los empiristas siguen el método inductivo como modelo de la investigación científica. El abanderado de esta posición fue Francis Bacon al comienzo de la modernidad. En esa misma línea lo siguieron John Locke y David Hume; aunque éste último sometió a crítica la validez del método inductivo. (Ver el capítulo sobre inductivismo, XIII). Popper, en cambio, afirma que la inducción no juega ningún papel en la ciencia. Lo que en verdad es exagerado. Como dice Bunge, la ciencia sigue una vía media entre inducción y deducción. Y Moulines nos dice que el método hipotético-deductivo es también inductivo, porque cuando llegamos al momento de la validación de teorías e hipótesis la inducción se hace muy importante. La validación empírica es inductiva.

23. Las filosofías históricas de la ciencia (Kuhn, Lakatos, Feyerabend) no entran en la discusión de si el

método de la ciencia es hipotético deductivo o inductivo, pues consideran que la ciencia depende de paradigmas, es decir, de maneras de hacer ciencia en cada época según modelos históricos bien logrados. Este aspecto lo discutiremos en detalle al referirnos a la teoría de Thomas S. Kuhn. Bachelard, aunque sigue siempre un enfoque histórico, considera que la ciencia es hipotético deductiva, va de la razón a la experiencia.

BIBLIOGRAFÍA

Bunge, Mario. *Intuición y ciencia*, Buenos Aires, Eudeba, 1965.

_____. *La investigación científica*, Ariel, Barcelona, 1976, 5ª. Ed.

Canguilhem, Georges. "Dialectique et philosophie du non chez Bachelard", en: *Etudes d'histoire et de philosophie des sciences*, Paris, Vrin, 1968.

Díez, José/Moulines C. U. *Fundamentos de filosofía de la ciencia*, Ariel, Barcelona, 1997.

Guéry, François. "La epistemología", en Noiray (y otros): *La filosofía*, Bilbao, Mensajero, 1974.

Gutiérrez, Bertha. *La ciencia empieza con la palabra*, Barcelona, Península, 1997.

Husserl, Edmund. *La crisis de las ciencias europeas y la fenomenología trascendental*, Barcelona, Crítica, 1991. (Trad. de Jacobo Muñoz y Salvador Mas).

Kant, *Crítica de la razón pura*, Madrid, Editora Nacional, 1973. (Trad. de Manuel García Morente).

López Fernández, Alvaro, *Conciencia y juicio en Kant*, Río Piedras, 1997.

Mosterín, Jesús: "Los conceptos científicos", en: Moulines C. U. (ed.) *La ciencia: su estructura, su desarrollo*, Madrid, Trotta, 1993.

Peña (de la) Luis. (coord.) *Ciencias de la materia. Génesis y evolución de sus conceptos fundamentales*. México, Siglo XXI, 1998.

Nietzsche, *Humano, demasiado humano*. Edaf, 1984. (Trad. de Carlos Vergara).

Quine W. *Desde un punto de vista lógico*, Madrid, Orbis, 1985.

Wartofsky, Marx. *Introducción a la filosofía de la ciencia*, Madrid, Alianza Editorial, (2. volms), 1976.

IV. LAS HIPOTESIS EN LA CIENCIA

La hipótesis tiene pues un papel necesario que nadie ha discutido jamás.

HENRI POINCARÉ

I. Un texto de Kant “Prólogo a la segunda edición, 1787”.

Si la elaboración de los conocimientos que pertenecen a la obra de la razón, lleva o no la marcha segura de una ciencia, es cosa que puede pronto juzgarse por su éxito. Cuando tras de numerosos preparativos y arreglos, la razón tropieza, en el momento mismo de llegar a su fin; o cuando para alcanzar éste, tiene que volver atrás una y otra vez y emprender un nuevo camino; asimismo, cuando no es posible poner de acuerdo a los diferentes colaboradores sobre la manera como se ha de perseguir el propósito común; entonces puede tenerse siempre la convicción de que un estudio semejante está lejos de haber emprendido la marcha segura de una ciencia y de que, por el contrario, es más bien un mero tanteo. Y es ya un mérito de la razón descubrir, en lo posible, ese camino. Aunque haya que renunciar, por tanto, a mucho de lo que ya estaba contenido en el fin que se había tomado la reflexión.

[...] Si la lógica ha tenido tan buen éxito, debe esta ventaja sólo a su carácter limitado, que la autoriza y hasta obliga a hacer abstracción de todos los objetos del conocimiento y su diferencia. En ella, por tanto, el entendimiento no tiene que habérselas más que consigo mismo y su forma. Mucho más difícil tenía que ser, naturalmente, para la razón, el emprender el camino seguro de la

ciencia, habiendo de ocuparse no sólo de sí misma, sino de objetos. Por eso la lógica, como propedéutica, constituye sólo por decirlo así, el vestíbulo de las ciencias, y cuando se habla de conocimientos, se supone ciertamente una lógica para el juicio de los mismos, pero su adquisición ha de buscarse en las propias y objetivamente llamadas ciencias.

Ahora bien: por cuanto en éstas ha de haber razón, es preciso que en ellas algo sea conocido a priori, y su conocimiento puede referirse al objeto de dos maneras: o bien para determinar simplemente el objeto y su concepto (que tiene que ser dado por otra parte) o también para hacerlo real. El primero es conocimiento teórico; el segundo, conocimiento práctico de la razón. La parte pura de ambos, contenga mucho o contenga poco, es decir, la parte en donde la razón determina su objeto completamente a priori, tiene que ser primero expuesta sola, sin mezclarle lo que procede de otras fuentes. [...]

*La **matemática** y la **física** son los dos conocimientos teóricos de la razón que deben determinar sus objetos a priori; la primera con entera pureza, la segunda con pureza al menos parcial, pero entonces según la medida de otras fuentes cognoscitivas que las de la razón.*

[...] El primero que haya demostrado el triángulo isósceles (háyase llamado Thales o como se quiera), percibió una luz nueva; pues encontró que no tenía que adquirir lo que veía en la figura o aun en el mero concepto de ella y, por decirlo así, aprender de ella sus propiedades, sino que tenía que producirla, por medio de lo que, según conceptos, él mismo había pensado y expuesto en ella a priori (por construcción), y que para saber seguramente algo a priori no debía atribuir nada a la cosa, a no ser lo que se sigue necesariamente de aquello que él mismo, conformemente a su concepto, hubiese puesto en ella. (p. 21)

La física tardó mucho más tiempo en encontrar el camino de la ciencia; pues no hace más que siglo y medio que la propuesta juiciosa de Bacon de Verulam ocasionó en parte –o quizá más bien dio vida– pues ya andaba tras de él el descubrimiento, que

puede igualmente explicarse por una rápida revolución antecedente en el pensamiento. Voy a ocuparme aquí de la física sólo en cuanto se funda en principios empíricos.

La razón debe acudir a la naturaleza llevando en una mano sus principios, según los cuales tan sólo los fenómenos concordantes pueden tener valor de leyes, y en la otra el experimento, pensado según aquellos principios; así conseguirá ser instruido por la naturaleza, mas no en calidad de discípulo que escucha todo lo que el maestro quiere, sino en la de juez autorizado, que obliga a los testigos a contestar a las preguntas que le hace. Y así la misma física debe ser tan provechosa revolución de su pensamiento, a la ocurrencia de buscar (no imaginar) en la naturaleza, conformemente a lo que la razón misma ha puesto en ella, lo que ha de aprender de ella y de lo cual por sí misma no sabría nada. Sólo así ha logrado la física entrar en el camino seguro de una ciencia, cuando durante tantos siglos no había sido más que un mero tanteo. (p. 23)

Varios aspectos llaman la atención en este famoso prólogo de Kant. En primer lugar, el carácter hipotético del conocimiento científico. La física debe anticiparse mediante un bosquejo a hacerle preguntas a la naturaleza. No vamos, pues, del hecho a la ley, sino de la hipótesis (o bosquejo previo) al hecho previamente pensado. Hipótesis y experimento se relacionan mutuamente; la experiencia ha de confirmar (o no) lo que previamente ha sido pensado (*mente concipio*, según la expresión de Galileo). Lo segundo que llama la atención es que, aunque Kant invoca principios *a priori* necesarios para todo conocimiento, sin embargo, en este texto habla históricamente, es decir, muestra que la marcha segura de una ciencia se inicia en un momento dado de la historia; con los griegos se inicia la lógica y la matemática, y luego con los sabios modernos se inicia la física y la química. Tan decisivo es ese cambio que Kant lo denomina revolución. La nueva luz que los sabios aportan en cada una de estas transformaciones

es una revolución. Y es a partir de esa revolución como se inaugura la marcha segura de una ciencia. Es verdad que en el caso de la lógica no perduró lo que Kant dijera, porque en la década de los setenta del siglo XIX se creó una nueva lógica (Frege) que hace de la lógica aristotélica un mero capítulo de ella. Pero lo que aquí importa es el hecho de que es mediante una revolución como se inaugura el campo de objetividad de una ciencia. No creo que sea demasiado especulativo pensar que Husserl y Heidegger se inspiraron en este importante texto kantiano para sus respectivas teorías de la ciencia. Husserl nos habla de una historia *a priori* en la cual destaca los hechos esenciales que constituyeron la revolución científica moderna tanto como la revolución matemática griega. Heidegger denomina apertura histórica el momento en que una luz instantánea nos abre un mundo para una ciencia. No debe ser meramente casual que Husserl mencione las mismas ciencias que Kant, constituyéndose desde un modelo *a priori* (la lógica aristotélica, la matemática griega y la física galileana). Escribe Husserl: *Con la geometría euclidiana había tomado cuerpo la idea sumamente impresionante de una teoría deductiva sistemática y unitaria, orientada a un objetivo ideal de gran amplitud y elevación, sustentada sobre conceptos y principios fundamentales axiomáticos' y capaz de progresar mediante sucesivas inferencias apodícticas.* (Husserl, **Crisis**., p. 21) Nótese que tanto Husserl como Kant hacen depender las tres ciencias que mencionan de principios *a priori*, aunque ambos sitúen históricamente la emergencia de dichas nuevas ciencias, y aunque sin duda ambos tengan conceptos distintos del *a priori*. Continúa Husserl: *En este contexto hay que incluir también la silogística aristotélica como un a priori antepuesto a todos los otros.* (Ibid., p. 21) Finalmente, Husserl se refiere a la ciencia galileana. *En la matematización galileana de la naturaleza es esta naturaleza misma la que pasa a ser idealizada bajo la dirección de la nueva matemática; pasa a convertirse ella misma –por expresarlo modernamente– en una multiplicidad matemática.* (Ibid., p. 22) Volveremos sobre estas ideas en el capítulo IX.

* * *

II. Analicemos ahora más detenidamente lo que significan las hipótesis en la ciencia.

Mientras que los inductivistas piensan que la ciencia comienza con datos y observación de hechos, en el método hipotético-deductivo la indagación científica comienza al tomar conciencia del hecho de que los conocimientos de que disponemos no son suficientes para resolver un determinado problema. “La actitud problematizadora es característica de toda actividad racional. Las necesidades prácticas pueden ser base de los problemas científicos, pero no necesariamente”. (Bunge, 1976, p. 195). Previo al conocimiento científico, nos dice Bunge, manejamos un bagaje de ideas tomados de la experiencia común y del lenguaje corriente. La ciencia no comienza en una “tabula rasa”, no se inicia en el cero. Pero la ciencia no es conocimiento ordinario meramente mejorado o rectificado. Esta actitud problematizadora implica una actitud de duda. “La regla única y fundamental de la investigación científica se reduce a la duda, tal como ya lo han proclamado grandes científicos”. (Claude Bernard, 1976, p. 68). También afirma Bernard: “La conclusión de nuestro razonamiento debe siempre permanecer dubitativa cuando el punto de partida o el principio no es una verdad absoluta.”. (Ibídem).

Hay varios aspectos en los cuales la ciencia rompe con el sentido ordinario. La ciencia es conocimiento de índole especial.

- 1) La ciencia es crítica. El conocimiento ordinario es ingenuo, acrítico. La ciencia se basa en indagaciones, pruebas, corroboraciones. Pero ningún criticismo es total y absoluto. Precisamente, los estudios históricos acerca de la ciencia muestran la dependencia de la investigación científica con relación a patrones establecidos: métodos, procedimientos, tácticas, teorías dogmatizadas, etc. No siempre se es consciente de la dependencia del sistema científico establecido.

- 2) A diferencia del conocimiento ordinario, la ciencia es un saber sistemático; es decir, organizado en forma

estructuralmente coherente. El grado de coherencia lógica y sistemática es variable a través de la historia, pues depende del desarrollo del conocimiento. Con el progreso del saber algunas ciencias muestran un mayor grado de sistematicidad y coherencia. Pero como el desarrollo de la ciencia no es lineal, otras ciencias muestran un menor grado de sistematización. La psicología no está muy sistematizada aún. La unidad completa de la ciencia a que aspiraba el empirismo lógico no es una realidad. La filosofía histórica de la ciencia muestra la incompletud en la sistematicidad de la ciencia.

3) A diferencia del sentido común o conocimiento ordinario, la ciencia imagina hipótesis que pueden contrastarse empíricamente. Como escribe Cluade Bernard: "En el método experimental, la *hipótesis* es una idea científica que se trata de someter a la experiencia. La invención científica reside en la creación de una hipótesis feliz y fecunda, dada por el sentimiento o por el genio del sabio que la ha creado". (Bernard, 1976, p. 240)

Contrastable significa, pues, que una hipótesis es sensible a la experiencia. La ciencia es conocimiento metódico. Un método "es un procedimiento para tratar un conjunto de problemas". (Bunge, 1976, p. 24). El procedimiento ha de ser regular, explícito y repetible. (Id). Los métodos científicos no son infalibles. La ciencia nos da verdades parciales. En la investigación sólo conocemos verdades aproximadas. Pero el método científico se "corrige a sí mismo, puede identificar sus errores y buscar aproximaciones de orden superior." (Id.)

"Una fórmula es una hipótesis factual si y sólo si i) se refiere, inmediata o mediatamente, a hechos no sujetos hasta ahora a experiencia o, en general, no sometibles a la misma y ii) es corregible a la vista de nuevo conocimiento". (Bunge, 1976, p. 249).

Las hipótesis son proposiciones y se contraponen a proposiciones empíricas particulares (datos de información).

“Un dato no es una hipótesis, pues la hipótesis va más allá de la evidencia (datos) que intenta explicar”. (:249) La hipótesis tiene mayor contenido que los datos. “Los datos se refieren a experiencias ya efectuadas. De hecho, las hipótesis científicas más interesantes contienen predicados no-observacionales y no se pueden reducir a conjunciones de datos”. Los datos mismos se acumulan en función de las hipótesis que conjeturamos.

Existe también un uso peyorativo del término “hipótesis”, como una suposición sin fundamento. A ello se refería Newton cuando dijo “hipótesis *non fingo*”. Pues él se sentía seguro que sus teorías científicas estaban deducidas de observaciones y experimentos.

El sentido lógico de “hipótesis” es supuesto, con lo cual se quiere significar el punto de partida de una argumentación. En este sentido una hipótesis es un axioma, un postulado. Y “son hipótesis todos los supuestos iniciales (axiomas) de una teoría formal o factual”. (:253) Se los distingue de las demás hipótesis llamándolas hipótesis fundamentales.

*“El procedimiento que consiste en desarrollar una teoría empezando por formular sus puntos de partida o hipótesis básicas y deduciendo luego sus consecuencias con la ayuda de teorías científicas formales se llama método **hipotético deductivo**”.* (Bunge, LIC, p. 253).

“Las hipótesis factuales son conjeturas formuladas para dar razón de los hechos. Los datos no determinan unívocamente qué hipótesis pueden dar razón de los hechos”. (:255) De ahí que sean necesarias ciertas restricciones o condiciones para seleccionar hipótesis:

- a. La hipótesis ha de ser bien formulada: formalmente correcta y significativa.
- b. La hipótesis ha de estar fundada, hasta donde sea posible, en un cuerpo de conocimientos preciso o compatible con él.
- c. La hipótesis ha de ser empíricamente contrastable.

III. Clases de hipótesis

1. Hipótesis *inductivas*: son aquellas que son halladas sobre la base del “examen caso por caso”. Ejemplo: los cuerpos caen con la misma velocidad hacia la tierra, independientemente del peso. (Galileo Galilei).
2. Hipótesis *deductivas*: son las que se desarrollan a partir de “proposiciones más fuertes”. (:243) Se trata de inferencias basadas en teorías más fuertes. Por ejemplo, Darwin retoma la hipótesis del crecimiento geométrico de la población (Malthus) para aplicarlo a su teoría de la selección natural.
3. *Construcciones*: se trata de hipótesis imaginadas con ayuda de algunos instrumentos conceptuales. Newton probó con varias funciones para expresar la distancia entre cuerpos hasta dar con la ley de la razón inversa del cuadrado, única que llevaba a las leyes de Kepler a través de las propias leyes del movimiento. (Bunge. Op. cit, p. 273).
4. Por su grado de abstracción las hipótesis pueden ser observacionales o no observacionales. Las hipótesis *observacionales* son las que contienen conceptos observacionales; como posición, color, etc.
5. Hipótesis *no-observacionales*: son las que contienen conceptos no observacionales; como inercia, promedio. En las teorías más elaboradas de la ciencia la mayoría de sus conceptos son no-observacionales. Lo decisivo para una hipótesis científica no es que sea observacional, sino que sea escrutable.
6. Por su grado de profundidad las hipótesis pueden ser *fenomenológicas* o representacionales. Las fenomenológicas son aquellas que “no se refieren al funcionamiento interno del sistema” bajo estudio, “sino sólo a su comportamiento externo”. (:275) Por ejemplo, bajo la acción de la luz y en presencia de clorofila ciertas sustancias se transforman en

otras sustancias: dióxido de carbono + agua, en presencia de luz y clorofila, tenemos: glucosa + oxígeno. (El ejemplo es de Bunge).

7. Hipótesis **representacionales** son las que especifican el mecanismo interno de funcionamiento de un sistema. Los conceptos teoréticos de las hipótesis representacionales aspiran a denotar las propiedades reales, no son simples variables útiles para condensar y computar datos.
8. Por su confirmabilidad las hipótesis pueden ser: hipótesis *confirmables pero no refutables*. Son las que tienen un grado menor de contrastabilidad. La confirmación es acuerdo con los hechos. “La confirmabilidad es necesaria y suficiente para la contrastabilidad empírica. La refutabilidad, en cambio, no es necesaria ni suficiente, es necesaria sólo para una contrastabilidad óptima”. (:295) Las hipótesis confirmables pero no refutables son: hipótesis existenciales e hipótesis probabilistas. “Las hipótesis probabilistas son confirmables e irrefutables, o a lo sumo débilmente refutables”. “La ausencia de datos favorables no es una refutación fuerte en el caso de hipótesis estadísticas. Las leyes estadísticas no valen más que a largo plazo”. Las hipótesis estadísticas son difíciles de refutar empíricamente, pero son susceptibles de confirmación. Las hipótesis existenciales también son débilmente refutables. Por ejemplo; “Hay alguna señal más rápida que la luz”. Es una hipótesis existencial indeterminada. Sólo es confirmable, pero no refutable. El hecho de que no se detecte ninguna señal más rápida que la luz no refuta concluyentemente su posibilidad de descubrirla en el futuro.
9. Hipótesis confirmables y refutables. Son las que contienen enunciados universales determinados, no infinitos.

Bunge aclara que no se exige que toda hipótesis sea directamente contrastable: pues esto haría imposible la teoría científica. Se exige más bien: a) que una hipótesis sea directamente contrastable o b) que sea implicada por fórmulas directamente contrastables. (:299)

“No se exige la contrastabilidad de toda fórmula que se presente en la ciencia porque algunas fórmulas, aunque fecundas, no pueden ser ni verdaderas ni falsas”. (:299) Así: las reglas de método, las convenciones y los criterios.

Hay hipótesis que no son ni contrastables ni refutables. Son hipótesis no científicas. *Si nada puede ocurrir que resulta en evidencia contra la hipótesis, entonces no es científica ni contiene conocimiento.* (Joaquín Medín/Edwin Núñez, 2000, p. 12) De hipótesis que nada puede refutarlas resulta la pseudociencia. *Las hipótesis irrefutables arrojan un gran beneficio a la pseudociencia. ¡Jamás se puede demostrar que están en error! No obstante, hay un precio caro que pagar. Además de sostener hipótesis carentes de contenido factual sobre el mundo, resulta imposible aprender de nuestras experiencias puesto que nos deshabilitamos para reconocer nuestros errores.* (Medín/ Núñez, p. 13)

Clases de Hipótesis de acuerdo a su confirmabilidad

	Confirmable	Refutable
Existencial afirmativa indeterminada	+	-
Existencial negativa indeterminada	+	
Universal determinada	+	+

La contrastación de hipótesis se hace mediante predicciones. O sea, la predicción es la piedra de toque de la contrastación. La predicción establece que “en tales circunstancias empíricas específicas se observará el fenómeno”. (Moulines/Díez, 1997, p. 73) La predicción se describe siempre como un hecho particular, pero a veces se la describe en términos generales. “Los datos son los hechos efectivamente detectables en el momento de la contrastación, cuya

coincidencia o no constituye la evidencia positiva o negativa para la hipótesis". (Idem). Moulines y Díez agregan que una condición esencial en el procedimiento para su recolección es que no se presuponga la verdad o falsedad de la hipótesis en cuestión; de no ser así la hipótesis sería autoconfirmada.

Si llamamos antecedente a las hipótesis a confirmar, y llamamos consecuente a la predicción, entonces la relación que debe haber entre dicho antecedente y dicho consecuente es el de implicación lógica. O sea, la predicción debe deducirse de sus antecedentes.

$(H1 + H2) \text{ ----> } P$

Ahora bien, una hipótesis puede predecir hechos que otras hipótesis pueden predecir. "No es adecuado intentar contrastar una hipótesis mediante predicciones que comparta con otras hipótesis diferentes. Para que la contrastación sea satisfactoria la predicción debe estar 'especialmente ligada' a la hipótesis que se contrasta". (Ibíd. , p. 76).

IV. Hipótesis filosóficas de la ciencia

En el capítulo II vimos que el principio de causalidad y el principio de legalidad han servido de principios fundamentales de la ciencia. Recordemos que Aristóteles afirmaba, con razón, que los principios no se demuestran. Él consideraba que o bien son evidentes o bien son principios aceptados por la mayoría o al menos por los más sabios. También Descartes buscó principios evidentes.

Ni la causalidad ni la legalidad son intrínsecamente evidentes. Uno y otro requieren ir más allá de la experiencia para ser afirmados como principios. Por eso se pueden pensar los principios filosóficos como hipótesis. Hipótesis en tanto que supuestos que van siempre más allá de la experiencia. Pero hipótesis fundamentales en tanto están supuestas por toda la investigación científica y filosófica.

Común a los distintos principios que se han enunciado –y más radical que ellos– es el principio o hipótesis de la inteligibilidad de lo real. No nos es inmediatamente evidente que lo real sea intrínsecamente inteligible. La mayor parte de los supuestos de inteligibilidad o racionalidad de lo real son de naturaleza teológica. Parménides de Elea (s. –v) habla en nombre de la diosa que le ha manifestado “la verdad bien redonda” que dice que el ser y el pensar van en la misma dirección; mientras que a los mortales sólo les es dada las “opiniones”. Heráclito de Efeso supone que el *logos* es ínsito a lo real, el devenir, pero ese *logos es divino*. Es el rayo de Zeus que todo lo gobierna. Platón hace del bien la idea suprema, la luz suprema que hace inteligible todo el resto de las ideas. El sol que ilumina el orbe inteligible de las cosas. *Dios sabe si esto realmente cierto; en todo caso, lo que a mí me parece es que lo que dentro de lo cognoscible se ve al final, y con dificultad, es la Idea del Bien. Una vez percibida, ha de concluirse que es la causa de todas las cosas rectas y bellas, que en ámbito de lo visible ha engendrado la luz y al señor de ésta, y que en el ámbito inteligible es señora y productora de la verdad y de la inteligencia*”. (Platón, *República*, VII, 517b-c). Por su parte, en Aristóteles el entendimiento divino es el supremo y el ser humano en un esfuerzo sobrehumano ha de tratar de imitar ese divino entendimiento. En Descartes, Dios es la garantía de certeza de las verdades claras y distintas que tenemos acerca del mundo externo. En Hegel *Todo lo real es racional y todo lo racional es real*. Pero esa racionalidad de lo real no es sino la idea divina que saliendo de sí se encarna en el mundo para regresar a sí en el saber absoluto. Hasta Hegel no hemos salido de la inteligibilidad de lo real entendida como un principio eminentemente teológico. *Con la disolución de la filosofía hegeliana quedó definitivamente destruida la correspondencia natural e inmediata entre logos y ser*. (Gadamer, *Verdad y método*, p. 280). De Parménides a Hegel se supone que hay, pues, esa intrínseca inteligibilidad, esa mutua pertenencia de lo real y el conocer. No hay que olvidar, como veremos en el próximo

capítulo, que para los iniciadores de la ciencia moderna Dios funge de legislador; la idea moderna de legalidad en la escritura de Kepler y Descartes (y muchos otros) supone que el legislador de esas leyes es Dios. Hay que esperar a Denis Diderot para suponer que las matemáticas son una especie de juego y no la garantía suprema de inteligibilidad de un Dios que geometriza como escribiera Kepler. Con Diderot las leyes de la naturaleza dejan de tener el supuesto teológico.

Perdida esa idea teológica de la mutua transparencia entre el ser y el conocer, podemos pensar el principio de inteligibilidad de lo real como una hipótesis, todo lo fundamental que se quiera, pues es la más fundamental, pero hipótesis. Hemos de suponer que lo real se deja entender, aunque nunca quede completamente demostrado, pero cada logro en la intelección de lo real nos da confianza en ese supuesto y es suficiente para continuar la indagación de la naturaleza y de la sociedad.

Causalidad y legalidad son, pues, formas de suponer la inteligibilidad de lo real. Pero causalidad y legalidad han configurado en el pensamiento occidental dos formas de determinismo. Uno es el determinismo causal formulado por Aristóteles, y consustancial a la ciencia antigua y medieval, pues dicha ciencia supone, como vimos, que conocer es saber las causas de lo que sucede. A menos que algo sea eterno, dice Aristóteles, ha de tener una causa. Sólo Dios y la materia son eternos, luego el resto de las cosas puede investigarse científicamente. No tenemos que indagar el origen de la materia, porque es eterna, a partir de ahí podemos investigar todo el universo de las causas. Tal el determinismo causal de la ciencia anterior al Renacimiento. Etienne Gilson nos recuerda que el pensamiento árabe es tan determinista como el aristotélico, puesto que lo sigue filosóficamente.

El determinismo de la ciencia moderna es legaliforme. Todo obedece a una ley. Pero fue el astrónomo y matemático Pierre Simon de Laplace quien le dio la formulación típicamente

moderna, que ha seguido obsesionando a la ciencia hasta que la mecánica cuántica lo subvierte. Retengamos las palabras de Laplace. *Así pues, hemos de considerar el estado actual del universo como el efecto de su estado anterior y como causa del que ha de seguirle. Una inteligencia que en un momento determinado conociera todas las fuerzas que animan a la naturaleza, así como la situación respectiva de los seres que la componen, si además fuera lo suficientemente amplia como para someter a análisis tales datos, podría abarcar en una sola fórmula los movimientos de los cuerpos más grandes del universo y los del átomo más ligero; nada le resultaría incierto y tanto el futuro como el pasado estarían presentes ante sus ojos. El espíritu humano ofrece, en la perfección que ha debido dar a la astronomía, un débil esbozo de esta inteligencia.* (Laplace, *Ensayo filosófico sobre las probabilidades*, p. 25).

No deja de ser una paradoja que uno de los fundadores de la teoría de las probabilidades haya sido quien nos dio la fórmula más lograda del optimismo determinista legaliforme de la modernidad. Muy pronto los métodos del cálculo de probabilidades y de la estadística comenzaron a aplicarse en las ciencias sociales (como la demografía) y luego se exportaron a las ciencias naturales (Gibbs, Boltzman, etc). De hecho, hoy no suele aceptarse la fórmula laplaciana como enunciado del determinismo, pues desde finales del siglo XIX comenzaron a dominar en las ciencias las teorías estadísticas. La más fundamental de las teorías de la física, la mecánica cuántica, es una teoría estadística. El determinismo probabilista ha sustituido al rígido determinismo laplaciano. Nótese que un aspecto importante del determinismo en la fórmula de Laplace era el poder de predicción. En cambio, la predicción no formaba parte del determinismo causal aristotélico.

La otra hipótesis de la ciencia, en su versión contemporánea, es el carácter procesual o dinámico de todo lo real. Lo real se estructura en estratos, cada uno de los cuales tienen sus propias leyes, pero los estratos superiores surgen a

partir de los estratos inferiores. El principio de autonomía (relativa) de los estratos nos dice que cada estrato de lo real tiene sus propias leyes. Leyes físicas y químicas para el estrato físico. Leyes biológicas para el estrato biótico. Principios para el estrato psicológico y sociocultural. Pero como los estratos surgen unos a partir de otros, hay leyes que conectan un estrato con otro. Hay leyes bioquímicas; hay leyes biopsicológicas, etcétera. La vida tiene leyes y caracteres propios que no son los del nivel físico; aunque algunas leyes conectan el nivel biótico con el físico-químico. Por ejemplo, el código genético tiene una estructura química.

En resumen, la ciencia supone hipótesis filosóficas como la inteligibilidad de lo real, la posibilidad de hallar algunos invariantes (leyes) dentro del continuo fluir de lo real, y la formación de estratos unos a partir de otros con sus propias leyes y con sus leyes de interconexión.

BIBLIOGRAFÍA

Bernard, Claude, *Introducción al estudio de la medicina experimental*, Barcelona, Editorial Fontanella, 1976. (Trad. De Joaquín Izquierdo. Presentación y notas de Jaume Pi-Sunyer).

Bunge, *La investigación científica*; edición citada.

Gadamer, Hans. *Verdad y método*, Salamanca, Sígueme, 1977 (Trad. de Ana Agud de Aparicio y Rafael de Agapito).

Gilson, Etienne. *El ser y los filósofos*, Pamplona, Ed. Universidad de Navarra, 1979.

Heidegger, *Introducción a la filosofía*, Valencia, Frónesis/Cátedra, 2001. (Traducción de Manuel Jiménez Redondo).

_____. *La pregunta por la cosa*, Buenos Aires, Ed. Sudamericana, 1975. (Trad. de Eduardo García Belsunce y Zoltan Szankay).

Husserl, *La crisis de las ciencias europeas y la fenomenología trascendental*, edición citada.

Kant, "Prólogo a la segunda de edición" (1787) de la *Crítica de la razón pura*, ed. cit.

Laplace, Pierre Simon. *Ensayo filosófico sobre las probabilidades*, Barcelona, Ediciones Altaya, 1995. (Trad. introducción y notas de Pilar castrillo).

Medín, Joaquín/Núñez, Edwin: "Pseudociencia y cultura de masas", *Milenio*, (Revista de Artes y Ciencias de la Universidad de Puerto Rico en Bayamón), Volumen 4, 2000.

Nagel, Ernest. *La estructura de la ciencia*, Buenos Aires, Paidós, 1974.

Platón, *República*, Madrid, Gredos, 1992. (Trad. de Conrad Egger Lan).

Poincaré, Henri. *La ciencia y la hipótesis*, Madrid, Austral, 1963.

Riazza J. M. *Ciencia moderna y filosofía*, Madrid, BAC. 1969.

Russell, Bertrand. *La perspectiva científica*, Barcelona, Ariel, 1975.

Seiffert, Alfred. *Teoría de la ciencia*, Barcelona, Herder, 1977.

V. KEPLER Y DESCARTES: SOBRE LA EMERGENCIA DEL CONCEPTO DE LEY DE LA NATURALEZA

Pero no creas que sólo las cosas vivas están sometidas a estas leyes, el mismo principio limita todas las cosas.

TITO LUCRECIO CARO

La emergencia del concepto de “ley de la naturaleza” no ha recibido toda la atención que el tema merece, si tenemos en cuenta su importancia en la ciencia moderna. Ya en 1959 Mario Bunge afirmaba que el origen histórico del concepto de “ley natural” no se había esclarecido. Otro autor llega más lejos al decir que hay cierto temor en abordar directamente el tema de las leyes naturales.

En este ensayo defiendo la tesis de que Kepler y Descartes fueron quienes regularizaron el uso del término “ley de la naturaleza” al mismo tiempo que enuncian un principio de legalidad y establecen un conjunto de leyes naturales.

Como cuestión histórica recordemos que Kepler escribe su **Mysterium Cosmographicum** en el 1596, o sea, el mismo año del nacimiento de Descartes.

Como no fueron los primeros en usar el término, hago una breve historia del uso ocasional del término antes de Kepler y Descartes. La ocasionalidad de este uso no la hace menos im-

portante, pues son semillas que darán fruto en campos epistémicos futuros.

Antes de Kepler

Entre los griegos la oposición **Physis/nomos** no favorecía mucho a éste último término que se traduce como “ley”. Es por ello que en el marco epistémico griego se habla muy poco de “leyes de la naturaleza” y sí de **Logos** y, a partir de Aristóteles, de causalidad. Hacer ciencia es conocer las causas que intervienen en la producción de las cosas. Sin duda este concepto de la ciencia fue el dominante hasta el Renacimiento; pero, a partir de ese momento comienza a cuestionarse el concepto tradicional de causa llegando a sustituirse el principio de causalidad por el de legalidad, como fundamento de la ciencia. La ciencia moderna investiga leyes más que causas; de hecho de algunas leyes ni siquiera puede asignársele a que causa obedecen. Newton, por ejemplo, reconoció que no conocía la causa que explicase la ley de la gravedad y que no era su método fingir hipótesis. La filosofía y la ciencia modernas hicieron la crítica del marco epistémico causalista. Francis Bacon, Galileo y Descartes abandonaron toda creencia en las “formas substanciales” (o causas formales) y dejaron fuera de la ciencia toda creencia en las causas finales.

Edgar Zilsel (1942) y Joseph Needham (1951) escribieron artículos pioneros sobre la génesis del concepto de ley de la naturaleza. Zilsel en el esfuerzo de dejar solo a Descartes en la instauración del concepto de ley minimiza o desconoce el uso ocasional que hicieron muchos autores. Aunque no hay duda de que en Descartes está regularizado dicho concepto, no veo por qué haya de desconocerse la labor de otros, máxime si se cometen errores a causa de ese esfuerzo minimizador.

A pesar del predominio del lenguaje causal en la antigüedad y el medioevo, se encuentran algunos autores que usan ocasionalmente el término ley. Zilsel y Needham reconocen

que Platón usó el término una vez en el **Timeo**¹. En la **República** platónica también aparece el término “ley de la naturaleza”: “Dar la salud es establecer entre los diversos elementos de la constitución humana el equilibrio natural, que somete los unos a los otros; engendrar la enfermedad es hacer que uno de estos elementos domine a los demás contra las leyes de la naturaleza, o sea dominando por ellos”. Esta concepción del universo como armonía dentro del cual reina la regularidad y el orden es análoga a lo que Needham nos dice del pensamiento chino, sólo que en éste el orden es inmanente al mundo y no puesto por un Dios. “La armonía universal no viene impuesta por un **fiat** de algún rey de reyes, sino por la espontánea cooperación de todos los seres en el universo, nacidos siguiendo la necesidad interna de su naturaleza”. (Needham, 1951, p. 33) La referencia a “rey de reyes” no es sólo a Dios, sino que la tesis de Zilsel, y Needham lo sigue, es que fue durante períodos de monarquías absolutas o muy centralizadas cuando aparece y reaparece el concepto de “ley de la naturaleza”. Si la raíz del concepto de ley está en el uso social y jurídico, su trasposición a la Naturaleza lleva a la idea de un divino legislador.

En el **Gorgias** Platón pone en boca de Calicles la ley de la naturaleza que afirma que lo justo es lo que el fuerte reclama. “En efecto, ¿en qué clase de justicia se fundó Jerjes para hacer

1. El texto de Platón citado por Zilsel y Needham dice: «Estos humores son otras tantas causas de enfermedades, cuando la sangre, en vez de renovarse, como quiere la naturaleza, por la asimilación de los elementos y las bebidas, se repara en sentido inverso y en contra de las leyes de la naturaleza». (**Timeo**, 83e) (fúseos nomós). Pero hay otros pasajes del mismo **Timeo** en que se habla de leyes naturales –y no en sentido jurídico o moral–. “La evacuación y la repleción se verifican como todos los movimientos del universo, según la ley que quiere que lo semejante se dirija hacia su semejante”. ES verdad que esta no es una ley científica, y los antropólogos, como Frazer, la atribuyen a la magia, pero no se trata de evaluar la verdad o falsedad de las leyes, sino el uso del concepto. Zilsel mismo nos dice que sólo consultó los *Diccionarios y Léxicos*, para estos usos, de ahí las limitaciones de sus fuentes.

la guerra a Grecia, o su padre a los escitas, e igualmente, otros infinitos casos que se podrían citar? Sin embargo, a mi juicio, éstos y también, por Zeus, con arreglo a **la ley de la naturaleza**. Sin duda no con arreglo a esta ley que nosotros establecemos...” (**Gorgias**, 483d) Nótese la clara contraposición entre ley de la naturaleza y la ley humana. Pero, como bien afirma Roberto Torretti (1999) se trata de un oxímoron.

Aristóteles utiliza alguna vez el término “ley natural”. El filósofo está escribiendo acerca de los pitagóricos, y afirma: “En efecto, el fin, el medio y el principio tienen el mismo número que el todo; este número es la tríada. De manera que deducido este número de la Naturaleza, como si fuera **una determinada ley de la misma**, solemos incluso hacer uso de él en la celebración de los sacrificios a los dioses”. (**De Coelo**, I, 268) Zilsel, en cambio afirma, que Aristóteles “never used de law-methaphor”. (Zilsel, 1942, p. 250) Un acierto muy interesante de Zilsel es traernos el texto del filósofo español Francisco Suárez en que nos dice que el concepto de “ley” aplicado a las cosas humanas es meramente una metáfora, pues hablar de “obediencia” a la ley con respecto a las cosas es una trasposición de nuestro lenguaje jurídico. (Suárez, **Tractatus de Legibus**, 1612)

En los estoicos sí reconoce Zilsel algunos usos del término ley, aunque el más usual es **Logos**. El orden del mundo es inmanente y sigue a este **logos, que a veces es llamado ley**.

CICERON (-106/ -43) ofrece una definición de “ley” tan amplia que cubre lo natural y lo moral, si bien es cierto que el propósito es fundamentar el Derecho y la Moral en la Naturaleza (iusnaturalismo). ...**Lex est ratio summa, insita in natura, quae faciendae sunt, prohibetque contraria**”. (**De Legibus**, I, VI, 18) (“La Ley es la razón suprema impresa en la Naturaleza, que ordena lo que debe hacerse y prohíbe lo contrario”). Más adelante nos dice que “La ley es la fuerza de la naturaleza”. (Ib. I, VI, 19).

En Cicerón, pues, se trata de la idea, propia del estoicismo, de la racionalidad de la naturaleza, de la cual deriva la ley moral y, en última instancia, también la ley positiva. Como en los filósofos griegos, el fundamento de la moral y el derecho no puede ser convencional, sino de ley natural. **“Sed certe ita res est se habet (aut) ex natura vivere summum bonum sit , id est eius quasi legge vivere perfrui...”** (De Legibus, I, XX) “El sumo bien consiste o en vivir conforme a la Naturaleza, o en seguir la Naturaleza, viviendo en cierto modo bajo su ley”. Sin duda Cicerón es quien más utiliza el término “ley”, pues le dedica todo un diálogo, pero permanece en la indiferenciación entre ley natural descriptiva (que es la ley científica) y ley prescriptiva (que es la ley moral y jurídica). Las leyes de la naturaleza en la ciencia moderna habrán de conceptualizarse claramente en un sentido teórico y descriptivo, pero sin esa mezcla indiferenciada con lo ético y lo jurídico. Lo que no significa que las éticas y las fundamentaciones del derecho de tipo iusnaturalista no sigan (todavía hoy) invocando una presunta ley de la naturaleza para propósitos morales.

TITO LUCRECIO CARO (circa -96/-50) ofrece incluso lo que puede considerarse una formulación del principio de legalidad. **“Sed ne forte putes animalia teneri, legibus hisce, ea res ratio disterminant omnis”**. (De rerum natura, II, 719) (“Y porque no pienses que los solos animales se atienen tal vez a estas leyes, el orden ese determina todas las cosas”.) Lo que está diciendo es que no sólo los seres vivos, sino todas las cosas están sujetas a leyes. El texto de Lucrecio es importante porque su idea de la legalidad de la naturaleza no depende de los dioses ni de Dios como en el mecanicismo moderno. Eso refuta a quienes piensan que sólo el pensamiento del mecanicismo moderno fue la fuente de donde emergió la idea de legalidad universal. Lucrecio se hace eco del materialismo griego (Demócrito y Epicuro) y da todas sus explicaciones en términos estrictamente naturales. Nótese también que, a diferencia de Cicerón, el enunciado de Lucrecio es estricta-

mente aplicable al mundo natural sin contaminarlo con la idea de ley del derecho natural. De hecho en Epicuro, maestro de Lucrecio, la justicia es un contrato, no un ordenamiento natural.

SENECA (-4/65) utiliza el término con toda claridad para aplicarlo a la Naturaleza, aunque con fines éticos. “Dios es todo razón, y en los mortales, por el contrario, tal es su ceguera que a sus ojos este **universo tan bello, tan regular y constante en sus leyes**, solamente es obra y juguete del acaso, que rueda entre los fragores del trueno, nubes, tempestades y demás azotes que agitan la tierra y lo inmediato a la tierra”. (**Cuestiones Naturales, I, Prefacio**) Nótese el contexto teológico, tal como ocurrirá en el mecanicismo del siglo XVII, en que se formula la idea de ley natural. El estoicismo sostiene que la razón está presente doquier en el universo, esa razón es Dios o los dioses. De modo que la ley natural es expresión de esa divina racionalidad del Universo. De ahí que, como era extremadamente común en el pensamiento antiguo, el concepto de ley tiene a la vez un significado natural y ético, incluso con preponderancia de éste último.

La finalidad ética de la idea de ley natural, en Séneca, puede notarse en la siguiente expresión. “La muerte es la ley de la Naturaleza, el tributo y el deber de todos los mortales, el remedio, en fin, de todos los males”. (**Cuestiones Naturales, Libro VI**).

JUAN DE FILOPON, (s. VI) cristiano converso de Alejandría, crítico de la física aristotélica, también usa una que otra vez el término “ley”, haciendo aplicación de la geometría a la física (específicamente a la óptica). “Por la misma razón, exactamente igual que en la teoría de los rayos visuales, vemos cosas que no están en línea recta con el ojo, como por ejemplo las cosas que están detrás o encima o debajo o a un lado de nosotros, siempre y cuando un espejo en una posi-

ción tal con respecto a nosotros y al objeto, que las **energeiai** que caen sobre él y se reflejan **según la ley de los ángulos iguales** se proyecta hacia nuestros ojos". (Filopón, De anima, 333, 1) La óptica geométrica se practicaba en Alejandría, y Filopón es deudor de ella. Algunos de los argumentos que se formularon contra la física de Aristóteles, a partir de la escuela de París, ya habían sido enunciados por Filopón. Esto hasta tal punto que S. Sambursky se pregunta qué hubiera pasado si la Iglesia no hubiera adoptado la ciencia aristotélica y en su lugar hubiera adoptado las ideas de Filopón, que como cristiano y científico se sentía en su derecho a criticar el aristotelismo. Sambursky conecta directamente la concepción científica de Filopón con su monoteísmo. "Ni en la literatura hebrea clásica, ni en los escritos cristianos anteriores a Filopón se extrae ninguna conclusión científica de estas ideas básicas del monoteísmo. La unidad de los cielos y tierra, el hecho de que el sol, la luna y las estrellas sean objetos creados por Dios al igual que la yerba, los árboles, el agua y los animales, todo ello se aceptaba de hecho y se registraba sin darle una interpretación en el marco de una concepción científica o sin explicarse a la luz de una visión del mundo distinta de las creencias mitológicas o paganas anteriores". (Sambursky, 1990, p. 167) En cambio, Filopón se opuso abiertamente a la tesis aristotélica de la división del universo en un mundo celeste divino e inmutable y una física terrestre con principios propios. Si la idea de un mundo regido por leyes supone un divino legislador, como comúnmente se piensa en la filosofía de la ciencia moderna, sin embargo, esta idea parece estar ya claramente en Filopón. Al menos así nos lo interpreta Sambursky.

Otra expresión en que Filopón utiliza el término ley dice: "Así, ninguno de los cuerpos celestes es omnipotente por naturaleza... El punto en cuestión es la **ley natural** que gobierna cada cuerpo y no lo que le ocurre en virtud de alguna causa trascendente. Se podría conceder, por ejemplo, que los cuerpos celestes, al mantenerlos unidos la divina voluntad, no habrán de perecer; pero, sin embargo, esto no habrá de excluir que

por naturaleza específica se hallen sujetos a la ley de destrucción”. (Cit. en Simplicio, **In Phys. comment.**, 1333, 4)

Veamos ahora algunos de los pensadores medievales, a los cuales Zilsel les niega de plano cualquier uso del término “ley de la naturaleza”. A lo cual respondió con conocimiento muy detallado A. C. Crombie. Este resalta el papel importante de Roberto de Grosseteste (1168-1253) en la ciencia medieval. De hecho cita algunos textos de Grosseteste en los que se refiere a las leyes naturales, especialmente a la ley de refracción de la luz.²

Crombie ha insistido, con razón, en la labor científica de Roger Bacon, discípulo de Grosseteste, y ha puesto de manifiesto cómo estos dos autores utilizaron varias veces el término “ley natural” en sentido científico. “La ciencia medieval retoma la forma euclidiana de hacer ciencia (...) En ella se acepta que la naturaleza puede ser **explicada por medio de leyes matemáticas**”. (Crombie, 1969, 91, énfasis añadido) Agrega el distinguido historiador de la ciencia que este concepto de ley es diferente de las formas cualitativas de la filosofía aristotélica.

Como hace Cassirer, también Crombie piensa en la ley como dependencia funcional (**functional dependance**). Veamos algunos ejemplos, que Crombie cita, del uso del término ley en Roger Bacon y en Grosseteste.

Roger Bacon afirma: “**Quo vero leges reflexionum et fractionum communes omnibus actionibus naturalibus, ostendi in tractatu geometrie**”.³ Otra expresión dice así: “**Deinde quia tolleretur visio, nisi fieret fractio speciei inter pupillam et nervum**”.

2. Crombie, «The laws of optics, he held, were basis of all natural explanation», *Roberto de Grosseteste and the Origins of Experimental Science 1100-1700*, Oxford Clarendon Press, 1953, 1971 reprint, p. 116.

3. Roger Bacon, *Un fragment inédit de l'Opus Tertium*, (ed. por Pierre Duhem) (**Quaracchi**, 1909) p. 90. Citado en Crombie 1989, p. 98) “Que las verdaderas leyes de la reflexión y la refracción son comunes a todas las acciones naturales, se muestra en el tratado de geometría”. (M.T).

communem, in quo est communis sectio nervorum, de qua superius dixi, et dextra videntur sinistra, et e converso, ideo demonstro hoc per LEGEM fractionum, in geometricis expositamus, ut sic solvetur visio".⁴ Es necesario tener en cuenta que tanto Grosseteste como Roger Bacon pensaron que la ciencia natural tiene que hacerse de acuerdo a modelos matemáticos, incluso utilizaban representaciones geométricas para sus demostraciones.⁵ También la necesidad de experimentos en la ciencia natural era afirmada por estos dos pioneros.

Tomás de Aquino da la siguiente definición de ley: "**Lex naturae nihil aliud est nisi lumen intellectus insitum in nobis a Deo, per quod cognoscimus, quid agendum et quid utendum**". (Sum. Theol. I, 60, 5a)⁶ Zinsel piensa que Tomás de Aquino también sigue inspirándose para su concepto de ley natural en el **Corpus Iuris** de Ulpiano, el cual afirma que la ley natural "es lo que la naturaleza le enseñó a los animales (**Quod natura animalia docuit**).

De modo que, aunque el concepto de "ley de la naturaleza" es utilizado por algunos autores antiguos y medievales, sin embargo, su uso es ocasional y nunca llegó a regularizarse como va a suceder a partir de Kepler y Descartes.

4. Idem, cit. en Crombie, 1989, 99) «Por lo tanto, no habría visión, a menos que no se diera una fracción de la especie entre la pupila y el nervio común, en el que la sección común del nervio, de la cual hablé más arriba, pudiera ver a la derecha y a la izquierda, y viceversa; yo demuestro esto por la ley de las fracciones, que exponemos en la geometría, y así se resuelve la visión». (M.T)

5. «The usefulness of considering lines, angles and figures is the greatest because it is impossible to understand natural philosophy without these... For all causes of natural effects have to be expressed by means of lines, angles and figures, for otherwise it would be impossible to have knowledge of the reason for those effects». Grosseteste, **De Lineis**; en A. C. Crombie, *Augustine to Galileo, Science in the middle ages*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1979, Fourth printing, vol II, p. 36.

6. "La ley natural no es otra cosa que la luz del intelecto puesta en nosotros por Dios, por la cual conocemos lo que debemos hacer y lo que debemos evitar". (M.T)

Johannes Kepler

Ernest Cassirer da importancia al hecho de que Johannes Kepler posee ya un concepto de “ley”, lo cual contrasta con Zilsel que lo descalifica como animista. Sin duda el joven Kepler en su primer libro, escrito a los veinticinco años, habló del “alma” de los planetas como su fuerza motriz, pero fue el mismo Kepler quien se encargó de descalificar dicha creencia en su posterior **Astronomia nova** y en las numerosísimas notas que agregó a su primera obra **Misterium Cosmographicum**, escritas veinticinco años después de la primera edición. También señala Cassirer que los jeroglíficos, los juegos de números y símbolos todo ello no tiene, según el propio Kepler, más que una función estética, alejándose así de la Khábala renacentista. No se trata sólo de un mero juego pitagórico con números, sino de que las formas geométricas sean expresión fidedigna del orden y de la armonía de la Naturaleza.

En el **Misterium Cosmographicum** Kepler utiliza varias veces el término. Como ha escrito Arthur Koestler, estas leyes fueron las primeras “leyes” científicas en el sentido moderno del término. (Koestler, *The Sleepwalkers*, 1959)

Un texto de Kepler dice: “Es evidente que Dios de ninguna otra cosa que de su propia esencia pudo obtener la idea para fundar el mundo con estas **leyes** que en su bondad se prescribió a sí mismo”. (MC, 93) Nótese el fundamento teológico de las leyes. Este tipo de fundamentación es también el que se encuentra comúnmente en el siglo XVII, incluso en Descartes, y no será superada hasta el materialismo francés, especialmente Diderot, y la crítica de Hume de la causalidad. También se refiere Kepler a leyes en el ámbito de la geometría (p. 128, nota 8) y a la ley “aritmética” (p. 197) Asimismo alude a la ley que gobierna el curso del sol, pues “todo está hecho de acuerdo al número”. (p. 229) Recordemos que una de las exigencias de la filosofía de la ciencia moderna es la matematización de las leyes naturales y en ello Kepler tuvo gran parte de la iniciativa.

Por eso pudo decir que “Dios geometriza” (p. 196) y también que **“Ubi materia, ibi geometria”**. “Donde hay materia hay geometría”. Como afirma Gérard Simon: “La nueva astronomía nace de la voluntad de encontrar en la creación el cálculo de un Dios matemático”. (1979, p. 403)

La importancia decisiva de las leyes en la astronomía es bien destacada por Kepler en uno de sus últimos escritos: **“Regulares esse motus planetarum, id est, ordinatos, atque certam et inmutabilem legem descriptos, id est extra controversiam. Hoc enim nisi esset, nulla Astronomia esset, nec praedici possent motus coelestes”**. (Vol VII, p. 328)⁷

Kepler no se limitó a enunciar un principio de legalidad natural sino que usa regularmente el término, como vimos en las citas del **Mysterium Cosmographicum**, y como queda constatado en otros múltiples textos de los cuales citaremos al menos unos pocos. Nuevamente en el **Epitome** afirma: **“Leges vero (seu formam) motuum in ipsis inveniunt corporibus; mente quidem, at ea non sua sed Creatoris”**. (VII, 355)⁸

Los movimientos de los planetas en sus órbitas intensifican y disminuyen el movimiento e “imitan las leyes de equilibrio o de balanza” “...quod ipsa longum suae orbitae causa

6. “La ley natural no es otra cosa que la luz del intelecto puesta en nosotros por Dios, por la cual conocemos lo que debemos hacer y lo que debemos evitar”. (M.T)

7. Kepler: *Epitome Astronomiae. Gesammelte Werke*, Herausgegeben vom Max Caspar, München, 1953. “Que los movimientos de los planetas sean regulares y ordenados, y puedan ser descritos según una ley cierta e inmutable, esto está fuera de controversia. Sin esto ninguna astronomía puede ser, ni se pueden predecir los movimientos celestes”. (VII, 328) Esta y las demás citas de las *Obras completas* de Kepler han sido traducidas por mí.

8. “Las leyes (o formas) del movimiento se encuentran en los cuerpos mismos; ciertamente no porque ellos tengan mente, sino el Creador...” (7, 3555)

intensionis et remissionis, velocitatis scilicet et tarditatis eiusdem librae vel statera". (VII, 367) Acerca de la velocidad y tardanza se refiere también en (VII, 332). La excentricidad de la órbita de la tierra se verifica de acuerdo a una regularidad legal. **"Dum enim simplici et perpetuo uniformi eccentricitatis lege circumit Terram..."** (VII, 351)⁹

En **Harmonice Mundi** se refiere al hecho de que cada cosa creada, por compleja que sea, cumple con sus funciones, y que del mismo modo: **"leges etiam cum creatore easdem observant operis, ex geometria desumptas"**. (VI, p. 105)¹⁰

Albert Einstein comentó: "Johannes Kepler vivió en una época en la que aún no se consideraba seguro el reino de la ley de la naturaleza. La profundidad de su fe en la existencia de una ley natural ha de haberle brindado la fuerza necesaria para dedicar décadas de duro y paciente trabajo a la investigación empírica de los movimientos planetarios y de las leyes matemáticas de esos movimientos; todo ello, sin ningún apoyo y con la comprensión de pocos". (Einstein, Sobre la teoría de la relatividad y otras contribuciones científicas, 1930)

Cassirer ha destacado la importancia de Kepler en la eliminación del prejuicio antiguo y medieval a favor de las formas regulares (circulares) en que quedó presa toda la astronomía, justo hasta Kepler. "Al pasar a la hipótesis de la órbita elíptica, 'obligado por la fuerza de las observaciones', Kepler con este solo hecho, viene a desarraigar, al mismo tiempo, una concepción metodológica fundamental: eleva a realidad cien-

9. "Pues es simple y perpetua la uniforme excentricidad según la ley por la que circunda la tierra..." (VII, 351)

10. "(...)las leyes también, con el creador de las mismas, se observan en las obras, tal como son tomadas en la geometría". (VI, 105).

Para más referencias puede tenerse en cuenta que, por ejemplo, en la página 460 del Vol. VII la palabra "ley", o algunas de sus declinaciones, aparece cinco veces. En VII, 328 aparece tres veces.

tífica, por vez primera, la idea del **orden y la sujeción a la ley de lo no dotado de forma regular**". (Cassirer, 1953, 339 subrayado en el original). También insiste Cassirer en que las leyes de la ciencia moderna son **dependencias funcionales**, y encuentra esa forma de la ley en Kepler. "El concepto de la **función**, que nos sirve de prototipo y de pauta lógicos, postula una mutua condicionalidad de magnitudes, sin entrar a decidir de por sí cuál de los dos elementos debe concebirse como independiente y cuál como dependiente y variable". (Ibidem, 331) Las leyes de la naturaleza en la ciencia moderna son funcionales, relaciones invariables entre variables y no necesariamente tienen que reflejar causas. Lo decisivo es ahora la ley. Cassirer insiste también en oponer la función al viejo concepto de substancia y de las formas substanciales.

Se ha señalado también que con la introducción de la "fuerza" para explicar la atracción que el sol ejerce sobre la tierra, Kepler introduce una causa física, saliéndose también de la tradición y yendo mucho más allá que Copérnico. Platón había establecido la regla de que se tratase de "salvar los fenómenos" con las explicaciones matemáticas, independientemente de la realidad física de los movimientos planetarios. Kepler rompe con ese precepto y encamina así la ciencia hacia una vía más fecunda que será la que continuará Newton.

De Kepler a Descartes

En Francis Bacon se encuentra también algunas veces el término "ley".

"Pues aun cuando en la naturaleza no exista cosa alguna realmente fuera de cuerpos individuales que producen actos puros individuales según una ley **Corpora individualia edentia actus puros individuos ex lege**, sin embargo, en la ciencia, esa misma ley y su investigación, descubrimiento y explicación, es la que sirve de base tanto para el conocimiento como para la práctica. Y a esa ley y a sus cláusulas las designo con el nombre de formas, sobre todo una vez que este

vocablo ha prevalecido y se presenta corrientemente”. (Novum Organon, II, 2).

Nos percatamos, pues, de que Bacon hace la “ley” sinónimo de forma. “Las formas son leyes y determinaciones del acto puro que constituyen y precisan una naturaleza simple cualquiera, tales como el calor, la luz, el peso. La forma del calor o la forma de la luz es lo mismo que la ley del calor y la ley de la luz (NO. II, XVII)”. (Alvaro López F., 1995, p. 55) Sin embargo, alguna vez Bacon afirma que la “forma” ha de coincidir con la cosa misma. Urbach señala, con razón, que ese es un ideal inalcanzable para la ciencia moderna. (Urbach, 1993, 66) Incluso me parece que se puede afirmar que Bacon, en este aspecto, no se separa por completo de la terminología escolástica. Recordemos que la cita anterior acerca de la “ley” como forma se inserta en un contexto en el que está defendiendo que de las cuatro causas que tradicionalmente se consideran en la investigación científica, desde Aristóteles, es la causa formal la que él decide mantener. Descartes y otros autores criticarán más severamente toda filosofía de las “formas” sustanciales.

En Galileo Galilei no es tan común, como uno pudiera pensar a primera vista, el uso del término “ley”. En **Il Saggiatore** habla varias veces de leyes lógicas. En **Dialogo sopra y due massimi sistemi del mondo** se refiere a “leyes mecánicas”. En el **Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos nuevas ciencias** afirma: “Dado que todas las leyes de la mecánica tienen su fundamento en la geometría...”. (p. 68) Poco después alude a “las leyes abstractas e ideales de la mecánica”. (p. 69) Casi hacia el final del diálogo afirma: “Además, pienso que no es posible evitar la resistencia del medio, la cual ha de destruir la uniformidad del movimiento horizontal, así como la **ley de la aceleración** de los cuerpos que caen”. (p. 392) Galileo hace uso de expresiones del lenguaje ordinario en lugar del concepto de ley. “En suma, al estudio del movimiento naturalmente acelerado nos ha llevado, como agarrados de la mano, la observación de las costumbres y reglas

que siguen la misma naturaleza en todas sus obras restantes, para cuya ejecución suele hacer uso de los medios más inmediatos, más simples y más fáciles”. (p. 276).

Es, pues, claro que incluso en Galileo y Bacon el uso del término “ley” es ocasional y de ninguna forma algo regularizado como lo es en Kepler y Descartes y la posteridad que ellos inauguran. Sus raíces se hunden en el pensamiento medieval, especialmente en Roger Bacon y R. Grosseteste. Galileo usa el término “axioma” para sus proposiciones centrales de la mecánica en los **Discursos acerca de dos nuevas ciencias**. Galileo usa “axiomas” para lo que Descartes denomina “**leyes de la naturaleza**” y Newton usará “axiomas o **leyes del movimiento**”, con el mismo fin que sus dos predecesores. Todos estos cambios terminológicos son importantes. Uno de los más decisivos fue el paso (o salto) de “los principios de la naturaleza a las leyes de la naturaleza”. (Javier Echevarría, 1994, p. 68).

Descartes

Descartes usa el término “ley” regularmente. Anotemos algunos pasajes en los que el término aparece. i) En la quinta parte del **Discurso del método** afirma: “He observado ciertas **leyes** que Dios ha establecido de tal modo en la naturaleza y de las cuales ha impuesto tales nociones en nuestras almas que, después de haber reflexionado mucho, no podríamos dudar de que son exactamente observadas en todo lo que existe o se hace en el mundo. Luego, considerando esas leyes, me parece haber descubierto muchas verdades más útiles y más importantes que todo lo que antes había yo apreciado o que había esperado aprender”. (5a. parte, p. 58) Notemos la confianza, seguridad y certeza con que Descartes afirma la existencia y utilidad de las leyes. En la página siguiente se refiere al concurso divino para mantener “las leyes por él establecidas”. (p. 59) En la misma página afirma: “Después demostré cómo la mayor parte de la materia de ese caos, consiguientemente a esas leyes, logró

disponerse y arreglarse de una cierta manera que la hiciera semejante a nuestros cielos”. (p. 59) Aquí Descartes se está refiriendo a su teoría de la formación del universo, o teoría de los torbellinos, una vez que Dios implanta las leyes de la materia y el movimiento al caos primitivo, todo se sigue con regularidad nómica. Más adelante sostiene que la creación es un milagro pero que, a partir de ahí, la naturaleza obra según las mismas leyes, pues Dios no sólo crea sino que conserva el mundo.

ii) En las **Meditaciones metafísicas**, (sexta meditación) escribe también Descartes acerca de las “leyes de la naturaleza”. Aquí considera que el cuerpo humano es una máquina y como tal sigue leyes: “Como un reloj, compuesto de ruedas y contrapesos, no observa menos exactamente las leyes de la naturaleza, a menos que él esté mal hecho... De la misma manera, si yo considero el cuerpo del hombre como siendo una máquina así construida y compuesta de...”. (VI, p. 329, mi traducción)

iii) Pero los lugares clásicos en que más se refiere Descartes a las leyes de la naturaleza son **Los principios de filosofía** y **Sobre el mundo. Tratado de la luz**. Esta última es una obra que dejó inédita a causa del juicio seguido a Galileo Galilei, pues también en ella el punto de partida es copernicano, según afirma el propio Descartes. En ambas obras nuestro autor se explaya ampliamente no sólo sobre el principio de legalidad sino también explicando las tres leyes de la naturaleza que él ha descubierto. Es ahí donde se muestra como legislador de la naturaleza. También enuncia otras siete reglas (Descartes utiliza como sinónimos ley y regla, algo que también hacía Roger Bacon) que se siguen de las tres primeras. A continuación me detendré en el principio de legalidad tal como Descartes lo piensa.

Descartes enuncia el principio de legalidad de la siguiente manera: “Dios ha establecido tan maravillosamente estas leyes que, aun cuando supongamos que no ha creado nada más

que lo dicho en tales leyes son suficientes para lograr que las partes de este caos se desenmarañen y dispongan en tan buen orden que alcancen la forma de mundo perfecto y en el que no sólo pueda verse la luz, sino también todas las cosas generales y particulares que aparecen en este verdadero mundo”. (LM, 103, 34)

Así enunciado el principio tiene un carácter metafísico y hasta teológico, pues Dios es el responsable del orden y legalidad del Universo. Sin duda alguna este enunciado metafísico y teológico del principio de legalidad es el que va a perdurar a lo largo de los siglos XVII y XVIII, y especialmente en el deísmo. Y será así hasta que la crítica de la causalidad sea desarrollada por David Hume y hasta que el materialismo francés den al principio de legalidad una base distinta.

Con respecto a esta formulación teológica del principio de legalidad es importante señalar, como hace Jane E. Ruby, que ésta no fue la única fuente del concepto de ley. Además de éste, Ruby reconoce que algunos medievales utilizaron el concepto de ley. “La idea de legislación por Dios o Naturaleza debe mucho al uso antiguo de “ley” para fenómenos naturales. No obstante, el moderno uso emerge de diferentes procesos en diferentes tiempos en tres campos distintos, en la que la sola idea de legislador tiene sólo una parte”. (Ruby, 1986, 242)

Ruby protesta contra la tesis de Zilsel según la cual el origen del concepto de ley es sólo el del divino legislador tal como se dio en el siglo XVII. La tercera fuente del concepto de ley está, según Ruby, en la astronomía en la cual “no hay vestigio de la idea de legislación divina”. (1986, p. 343) Lo cual tampoco parece muy acertado a la luz de lo que hemos explicado de Kepler.

La anterior formulación cartesiana del principio de legalidad se encuentra en **Le Monde**, pero las leyes del movimiento aparecen también en los **Principios de filosofía**. De momento interesa subrayar que Descartes en éste texto le agrega al enunciado del principio la razón de ser del mismo. “Por

este mismo hecho de que Dios no está sujeto a variaciones y obra siempre del mismo modo, podemos llegar al conocimiento de determinadas reglas que denomino **leyes naturales**". (PP, II, 37) Esto es: la inmutabilidad divina es lo que constituye la razón de ser de las leyes naturales.

Morris Kline observa que es importante para entender la evolución del concepto de ley que la dependencia de las leyes con respecto al divino legislador pasó a un segundo plano y, en cambio, se destacó su carácter matemático y experimental. El paso de una concepción trascendentalista de la ley natural a una concepción inmanentista se hizo necesario. Morris Kline afirma que Diderot se refiere explícitamente a las matemáticas como un juego y afirma que cualquier aplicación a la Naturaleza tiene que probarse mediante la experiencia.

"No sé si existe alguna relación entre el espíritu de juego y el genio matemático; pero hay una muy estrecha entre un juego y las matemáticas. (...) Una partida puede ser considerada como una sucesión indeterminada de problemas por resolver según unas condiciones dadas. No existen cuestiones matemáticas a las que no pueda aplicarse la misma definición; y **la cosa** del matemático no tiene más existencia en la naturaleza que la del jugador". (Diderot, **Pensées sur l'interprétation de la nature**, III, 9) En realidad Diderot no cuestiona la legalidad del universo, la cual reafirma con numerosas leyes y su adhesión a la ciencia newtoniana, pero le parece especulativo usar las matemáticas como si fueran una metafísica. La posición de Diderot se asemeja sin duda alguna a la de Lucrecio. La legalidad es inmanente a la Naturaleza, siendo innecesario todo recurso explicativo trascendente.

En **L'Encyclopédie** se encuentra un concepto lógico-lingüístico de las leyes de la naturaleza. En la "entrada" **Nature**, se afirma: "lois de la, sont des axiomes ou regles générales que celles du mouvement et de repos qu' observent les corps naturelles dans l'action qu'ils exercent les uns sur les autres, et dans tous les changements qui arrivent leur état naturel". Luego reafirma

que las leyes naturales y las leyes del movimiento vienen siendo lo mismo. Las leyes son axiomas de un sistema deductivo pero referido a las cosas, a los movimientos.

También Hume con su decodificación del concepto tradicional (aristotélico) de causa contribuyó a la desfundamentación teológica del principio de legalidad. Hume circunscribió la idea de causa a la unión constante, lo cual en realidad viene a ser la ley. El aspecto de eficacia o productividad, esencial en el concepto aristotélico de causa, fue eliminado por Hume. Como señala Morris Kline, para Hume “las leyes son cómodos resúmenes de nuestra experiencia”. (Kline, 1985, p. 87) Todavía más, para Hume la base que soporta el afán humano de búsqueda de causas (leyes) es tan sólo un hábito. Por su parte, Kant nos dirá que nosotros no encontramos en la Naturaleza sino lo que nosotros mismos hemos puesto. Así, pues, Diderot desde el materialismo, Hume desde el empirismo y Kant desde el criticismo decodifican la base teológica del principio de legalidad, base sobre la cual fue enunciado durante el siglo XVII.

Volviendo a Descartes, Mikio Kamiya plantea la cuestión de la aparente contradicción entre la inmutabilidad divina y el cambio omnipresente en el mundo natural. Kamiya nos dice que Descartes atribuye el cambio a la propia Naturaleza. En efecto, Descartes afirma: “Del hecho de que Dios la conserva, se sigue que debe haber numerosos cambios en sus partes que, no pudiendo propiamente, según me parece, atribuirse a la acción de Dios porque la materia no cambia en nada, los atribuyo a la naturaleza, y denomino **leyes de la naturaleza a las reglas que han seguido aquellos cambios**”. (LM, VII, 38, trad. p. 110-111) El comentario de Turró es muy clarificador: “Dios establece las leyes fundamentales de la materia –los principios cinemáticos... La Naturaleza es el conjunto de movimientos concretos que se producen a partir de aquellas leyes y la infinidad de partículas materiales existentes. De ahí el significado del texto: atribuyendo a Dios la constancia de las leyes, puede atribuirse a la naturaleza el conjunto de las transformaciones que se siguen”. (Salvio Turró, 1989, p. 111 nota)

A mi modo de ver en el texto cartesiano hay un desplazamiento en relación al concepto de ley que viene manejando hasta ahora. La constancia de las leyes es atribuida a la inmutabilidad divina, pero ahora lo que nos dice es que la ley misma es la regla que siguen los cambios que se operan en la naturaleza. Los cambios no acontecen arbitrariamente sino de acuerdo a ciertas reglas o leyes.

Hay otra aclaración que hace Descartes en un sentido muy semejante a la anterior. Se trata del caso en que los movimientos se desvían de una trayectoria rectilínea. “Sólo Dios es autor de todos los movimientos que hay en el mundo, en tanto que son y son rectilíneos, pero que son las diversas disposiciones de la materia las que los convierten en irregulares y curvilíneos.” (LM, VII; p. 127) Y compara esta situación con la tesis teológica según la cual Dios es responsable de lo bueno que hacemos, mientras que sólo las desviaciones de nuestra voluntad humana es responsable de nuestros vicios.

Hay que tener en cuenta que Descartes no fundamentó sólo el principio de legalidad en la inmutabilidad divina, sino que ésta también es la base de las tres leyes fundamentales y algunas de las reglas. “Esta regla se apoya en el mismo fundamento que las otras dos y sólo depende de que Dios conserva cada cosa por una acción continuada”. (Descartes, LM, p. 123) Turró explica esta necesidad de la acción inmutable divina en las leyes cinemáticas: “Si Dios no mantuviera **ex professo** la vigencia constante de las leyes cinemáticas que organizan las partículas materiales, el universo dejaría inmediatamente de existir pues la realidad es extensión y extensión significa materia definida sólo por sus movimientos geométricos: desaparecidas las leyes espaciales que rigen estos movimientos por descuido de Dios, carecería de todo sentido la noción de **res extensa** y, con ella, el mundo sensible como tal”. (Turró, 1989, p. 123, nota 14)

Se ha discutido si Descartes deriva deductivamente las leyes de la física de sus principios metafísicos. Desmond Clarke opina que no. (Clarke, p. 98) Clarke cita un texto de Descartes

en su apoyo: “No es imprescindible que los primeros principios sean tales que todas las demás proposiciones puedan reducirse a ellas o ser probadas por ellas. Son suficientes con que sirvan para descubrir otras (proposiciones) y que no haya ningún otro principio del que puedan depender”. (Descartes, Carta a Clerselier, IV, 44-5, cit. Clarke, p. 98)

Laura Benítez también responde en la negativa a la dependencia deductiva de la física cartesiana con respecto a su metafísica. Va incluso más lejos y se hace la siguiente pregunta: “¿Qué es metodológicamente anterior: la idea de Dios, que da sustento a las leyes de la naturaleza, o la concepción de la naturaleza, en que se requiere reforzar la relación causal, para lo cual Descartes encuentra apropiado recurrir a la inmutabilidad divina?”. (Benítez, 1993, p. 130) Benítez se adhiere a la segunda alternativa. O sea, Descartes piensa la naturaleza en términos de la constancia de las leyes y para ello le parece adecuado recurrir a la inmutabilidad de la esencia divina. La autora compara este recurso en la física cartesiana con el recurso análogo utilizado en la epistemología al postular a Dios como garantía de nuestras ideas acerca del mundo externo. Me parece que hay también un recurso similar en las leyes de la física cartesiana. Como ya se explicó, Dios es causa del movimiento uniforme y rectilíneo y por ello esa es la tendencia natural de la materia, pero el verdadero movimiento real no es rectilíneo sino curvo, y éste ya no es causado por Dios sino por las disposiciones de la materia. De hecho la ley de inercia en su pureza teórica resulta una ley ideal, tanto en Descartes como en Newton. Bernard Cohen la llama incluso imaginaria.

Con relación a las leyes físicas es de suma importancia señalar también que Descartes exige un apoyo en la **experiencia** para refrendar la validez de las leyes naturales. “Pero no podemos determinar solamente mediante la razón cuál es el tamaño de estas partículas de materia, con qué rapidez se mueven y en qué círculos se mueven; ya que podrían haber sido determinadas por Dios de muy distintas formas, y **sólo la experiencia**, puede enseñarnos cuál de esas posibilida-

des fue la elegida con preferencia sobre otras. Y por tanto somos libres para suponer cualquier cosa que deseemos acerca de ellas, con la condición de que cualquier cosa que se siga de nuestra suposición, esté **de acuerdo con la experiencia**". (LM, 100-101) Descartes, pues, acentúa el carácter hipotético que tiene nuestra interpretación de las leyes y su necesidad de ser refrendadas por la experiencia. Así pues, dado que unos mismos principios metafísicos pueden ser compatibles con distintas posibilidades de leyes físicas, se sigue que su relación no es necesaria lógicamente y que nuestro autor las ve más bien con un sentido ampliamente hipotético.

De hecho al comienzo de su **De mundo** Descartes recalca que su teoría del mundo es en realidad una **ficción**. "Y mi proyecto no es el de explicar las cosas que existen efectivamente en el verdadero mundo, sino sólo **fingir uno a mi gusto** en el que nada haya que los espíritus más comunes no sean capaces de concebir y que pueda, no obstante, ser creado tal como habré fingido". (LM, VI, p. 107) Como explica Turró: "La **fábula del mundo** es así el recurso para expresar el carácter hipotéticamente construido de la nueva física en que trabaja Descartes." (Turró, 1989, p. 15) Este autor hace notar que algunos comentaristas han pensado que Descartes utilizó la idea de meramente fabular un mundo por miedo a la inquisición, pues como advierte el propio Descartes, su concepción del mundo es tan copernicana como la de Galileo. La respuesta de Turró es en la negativa: "Entre otras cosas porque la condena de Galileo se produce cuando el texto cartesiano está ya en la imprenta y, por tanto, redactado en forma de fábula". (Turró, 1989, p.15) Lo cierto, pues, es que Descartes expone su teoría con un carácter explícitamente hipotético.

Clarke analiza varios significados del término "ley" en el texto cartesiano.¹¹ Encuentra, en primer lugar, el significado

11. Cassirer nos dice que ya en Kepler se encuentra la idea clara de "ley" bien cristalizada en sus famosas tres leyes. Me aparece que esa idea de "ley" en Kepler puede sintetizarse diciendo que es la expresión matemática de la armonía cósmica.

de **regularidad** en los procesos de la naturaleza. En segundo lugar, Descartes entiende “ley” como causa secundaria, siendo Dios la primaria. Un texto cartesiano lo aclara perfectamente. “Y a partir de esta misma inmutabilidad divina se pueden conocer (**cognosci possunt**) algunas leyes o reglas de la naturaleza que son las causas secundarias o concretas de los diversos movimientos que advertimos en los cuerpos individuales”. (Cit. en Clarke, VIII, 1, 62)

Pero también aparece en Descartes el significado de la ley como proposición o axioma. En los dos significados anteriores no se trata, como advierte Clarke, de un mero significado lógico-lingüístico, sino de un modo de comportamiento de la naturaleza, su regularidad y las causas por las cuales se producen ciertos movimientos de la materia. En cambio, como proposición la ley sí tiene un significado estrictamente lógico-lingüístico.

En síntesis, aunque se puede encontrar muchas veces la expresión “ley natural” en autores anteriores a Kepler o Descartes, incluso desde la antigüedad y el medioevo, no es hasta Kepler y Descartes que se regulariza la expresión **ley de la naturaleza**. Kepler y Descartes no sólo enuncian un principio de legalidad, sino que también nos dan los significados del término “ley” y, sobre todo, enuncian varias leyes de la naturaleza que sirven de base a su física y, en realidad, con algunas modificaciones, a la física moderna. Estas leyes sirvieron de base a la transformación que hará luego Newton. Las leyes astronómicas que Kepler descubrió siguen siendo válidas; en cambio, de las leyes físicas de Descartes sólo sobrevive la ley de la inercia y la llamada ley de Snell.

El principio de legalidad tiene históricamente un fundamento metafísico y teológico. Lo cual muestra que fue en el deísmo y el mecanicismo modernos que se generaliza el concepto de ley natural. Utilizando terminología de Michel Foucault podemos decir: sólo en la **episteme** del orden y la **mathesis** el concepto de ley se incorpora a la regularidad discursiva del

saber. Sin duda alguna Descartes es máximo representante de esa época. El caso de Kepler es más complejo pues, como bien han señalado Alexandre Koyré, el astrónomo alemán es un Jano bifronte, una de cuyas caras mira hacia el Renacimiento y la otra hacia el clasicismo. Su persistencia en tesis astrológicas lo ubican en lo primero, su énfasis en la legalidad y matematización de la naturaleza lo muestran claramente moderno. Incluso el mecanicismo no le es ajeno.¹² Si comparamos a Kepler y Descartes en relación con la modernidad de su pensamiento y su contribución al nacimiento de la ciencia moderna, queda el siguiente cuadro. 1) Tanto Kepler como Descartes usan y destacan el principio de legalidad con el cual interpretan la naturaleza y sirve de guía al científico, pues es lo que lo mueve a descubrir leyes. 2) Ambos utilizan regularmente el término “ley”. 3) Ambos descubrieron leyes de la naturaleza. 4) Tanto Kepler como Descartes destacaron la necesidad de matematizar las leyes naturales.¹³ 5) Tanto el filósofo

12. **“Scopues meus hic est, ut coelestem machinam dicam non esse instar divini animalis, sed instar horologii (qui horologium credit animatum, is gloriam artificis tribuit operi) ut in qua pene omnes motuum varietas ab una simplicissima vi magnetica corporali, uti in horologio motus omnes a simplicissimo pondere”.**

“Mi objetivo es mostrar que la **máquina celeste** no es ningún tipo de divino ser vivo, sino una especie **—de mecanismo de relojería** (y el que cree que un reloj tiene un alma atribuye a la obra la gloria del artífice), en cuanto que casi todos los múltiples movimientos son ocasionados por una fuerza magnética y material muy simple, del mismo modo que todos los movimientos del reloj son ocasionados por un simple peso. Y muestro también cómo esas causas físicas necesitan una expresión numérica y geométrica”. (Kepler, Carta a Herwart, citado por Koestler, p. 99)

13. Cassirer ve, sin embargo, la siguiente diferencia: “Lo que distingue a Kepler y Descartes es precisamente el hecho de que todo su modo de pensar y de investigar sigue teniendo sus raíces, íntegramente, en la geometría sintética de los antiguos, mientras que Descartes, aunque coloque todavía en el lugar central el problema del espacio, lo enfoca ya a través de un cambio metodológico que hace de él simplemente un caso específico y un ejemplo del concepto general de la magnitud”. op. ct. p. 332

francés como el astrónomo alemán se preocuparon en que las teorías por ellos formuladas en sus respectivos campos científicos fueran refrendadas por la experiencia. Descartes no dejó de dar importancia a la experimentación, y la practicó. Kepler llegó a la primera ley, o ley de la forma elíptica del movimiento de los planetas guiado por las observaciones astronómicas de que disponía y que había heredado de Ticho Brahe. Se separó de la forma circular precisamente porque ésta no correspondía con la base observacional.¹⁴ 6) Descartes hizo un uso generalizado del mecanicismo, clave de la física moderna, pero Kepler también lo admitió, aunque como resultado de una lenta evolución de su pensamiento. 7) Tanto Kepler como Descartes buscan un mismo sistema de leyes sea para el mundo celeste como para el terrestre obviando más de dos milenios de tradición científica. Kepler supera también la tradición de considerar sólo los movimientos circulares y sólo así llegó a su primera ley. 8) Uno y otro parten del heliocentrismo de Copérnico. De modo que, por grandes que sean sus diferencias en cuanto a concepción del mundo, hay claramente esas coincidencias que son decisivas en el movimiento de pensamiento que inaugura la ciencia moderna.

Antes de la época clásica el concepto de “ley” tenía un uso ocasional y frecuentemente asociado con nociones morales y jurídicas. Después de la época clásica las leyes de la naturaleza comenzarán a convertirse ante todo en leyes estadísticas. No lo eran ni con Kepler, ni con Descartes ni con Newton, pues eran leyes estrictamente universales. Y ese era el ideal de la **mathesis**. En la ciencia actual hasta las leyes fundamentales de la física, las de la mecánica cuántica, son leyes estadísticas. El surgimiento de esta **domesticación del azar**, es decir la

14. “Esta rigurosa proyección del pensamiento sobre las observaciones, en la que aquél encuentra su necesaria e inexcusable contrastación, constituye el postulado fundamental de la ciencia de Kepler”. Cassirer, op. ct. p. 302

teoría de las probabilidades, ha sido investigado por un estudioso de Foucault, Ian Hacking.

El concepto de ley se ha transformado al pasar de un marco epistémico a otro. De hecho, el mismo principio de legalidad, como advierte Hacking, al interpretar la obra de Charles Sanders Peirce, pierde fuerza. Peirce dirá que el azar es primero y que las leyes muestran sólo los hábitos de la naturaleza.

A mi modo de ver el principio de legalidad no es sino una de las posibles formulaciones de lo que puede denominarse **principio de inteligibilidad de lo real**.

Los griegos pensaron la inteligibilidad de lo real en términos del **Logos**. Heráclito es quien primero hace explícita esta idea, pues dice que "Todo acontece según este **Logos**". (Fr. 1) Ahora bien, en los griegos la idea del **Logos** aplica a la totalidad de lo real, y funge no sólo como principio ontológico sino también ético. La justicia (**Diké**) es pensada desde la Naturaleza, es justicia natural. De este modo el concepto de ley (**Nomos**) no aparece sino como ley convencional, sin el prestigio del **Logos** natural. Y por ello no es frecuente en el pensamiento griego. Aristóteles adoptó como principio de inteligibilidad (o cognoscibilidad) el de causalidad. Conocer es explicar por las causas. Este principio domina la antigüedad y la Edad Media, fue cuestionado a partir del Renacimiento. En cambio, a partir de Kepler y Descartes, el principio de inteligibilidad es el de legalidad. La ciencia tiene como finalidad cognoscitiva el descubrimiento de las leyes de la naturaleza. También tiene la ciencia una finalidad práctica: el dominio de la naturaleza. Pero ello implica el conocimiento exacto de esas leyes naturales. Pues el dominio técnico del mundo implica un conocimiento calculable para actuar con efectividad sobre las cosas.

La filosofía **escolástica** (y ya desde Parménides) pensaba que el **ser** es inmediatamente inteligible. Es decir que lo que propiamente podemos entender es **el ser**. Decir que el ser es verdadero significaba que el ser es inteligible. Esto fun-

cionaba para la escolástica como un axioma, es decir, como una verdad trascendental acerca del ser. En verdad no es nada evidente que el ser sea el **primum intelligibilem**. Parménides necesitó de la cuasi-revelación de las diosas (de que nos habla el proemio de su poema) para reforzar la supuesta evidencia del principio. La realidad podría ser opaca a nuestra inteligencia. La tesis de la inteligibilidad de lo real, en cualquiera de sus enunciaciones, me parece, que es también una hipótesis. Pienso que los principios son hipótesis programáticas de largo alcance. Eso es lo que muestran las distintas figuras de la hipótesis de la inteligibilidad de lo real. **Logos**, causalidad, legalidad, han funcionado durante largos períodos históricos como hipótesis rectoras del saber humano. Pero a diferencia de cualquier hipótesis científica, la inteligibilidad de lo real las supone a todas, y enuncia el programa a seguir. En efecto, el **homo sapiens** no tiene certeza absoluta de que la complejidad de la realidad pueda ser adecuadamente entendida por su inteligencia y lo más que puede hacer es aventurar la hipótesis de su posible inteligibilidad. Si esa hipótesis resulta fecunda, entonces no prueba que sea verdadera, pero nos impulsa a continuar con la **libido** del conocer.

REFERENCIAS

Aristóteles, *Obras*, Madrid, Aguilar, 1967 (Traducción de Francisco Samaranch).

Francis Bacon, *Novum organon*, Buenos Aires, ed. Losada, 1949.

Traducción de Clemente Hernando Balmori. (Introducción y notas de Risieri Frondizi).

Laura Benítez, (1993), *El mundo en René Descartes*, México, UNAM.

Richard Blackwell, (1966) "Descartes Law of Motion", *Isis*, (No. 188).

Mario Bunge, (1976) *La investigación científica*, Barcelona, Ariel, 5a. ed.

Ernest Cassirer, (1953) *El problema del conocimiento*, t. I, México, Fondo de Cultura Económica. (traducción de Wenceslao Roces).

Marco Tulio Cicerón, *De legibus/ Las leyes*, Río Piedras, EDUPR, 1968, 2a. ed. Edición bilingüe, traducción, introducción y notas de Roger Labrousse.

Desmond Clarke. (1986) *La filosofía de la ciencia de Descartes*, Madrid, Alianza Ed.

A. C. Crombie, (1971) *Roberto Grosseteste and the origins of Experimental Science 1100-1700*, Oxford.

Crombie, (1989) "The significance of medieval discussions of scientific method for the scientific revolution", en: *Critical Problems in the History of Science*.

Marshall Clagett, *The University of Wisconsin*, Madison, Milwaukee and London.

René Descartes, *Le Monde. Traité de la lumière*. (El mundo. Tratado de la luz.) (LM), Madrid, Anthropos, 1989. Edición bilingüe, traducción e introducción a cargo de Salvio Turró.

D'Alembert, *L'Encyclopédie. Dictionnaire raisonné des sciences, des Arts, et des Métiers*, (1751-1780), Edición facsimilar, Stuttgart, 1966

Denis Diderot, (1992) *Pensées sur l'interprétation de la Nature*, Madrid, Ed. Anthropos (Edición bilingüe y comentarios a cargo Jean Varloot; traducción de Julián Mateo Ballorca).

Javier Echevarría: (1993) "Las leyes científicas", en: *Ulises Moulines* (ed.) *La ciencia, estructura y desarrollo*, Madrid, Editorial Trotta.

Mikio Kamiya, *La théorie cartésienne du temps*, Tokyo, Librairie-Éditions, France Tosho.

Alvaro López Fernández, (1995) "Anticipación de la Naturaleza y giro copernicano: La naturaleza de la explicación científica en Bacon y Kant", *Diálogos*, (Año XXX, Núm. 65)

Tito Lucrecio Caro, *De rerum natura (Sobre la naturaleza de las cosas)*, Ed. Bilingüe y traducción de Lisandro Alvarado. Caracas, Ministerio de Educación Nacional, 1958, Vol VI de las Obras completas de Lisandro Alvarado.

Joseph Needham, *Human Law and the Law in China and the West*, Oxford University Press, 1951.

Platón, Diálogos, *Gorgias*, Madrid, Gredos, 1987 (Traducción de Mario Calonge)

S. Sambursky, (1990) *El mundo físico a finales de la antigüedad*, Madrid, Alianza Editorial. Trad. de Carlos Solís.

Lucio Anneo Séneca, (1994) *El pensamiento vivo de Séneca*, (Selección e introducción de María Zambrano), Madrid, Siruela.

Salvio Turró, (1985) Descartes. *Del hermetismo a la nueva ciencia*. Madrid, Anthropos.

____ (1989) "Introducción y notas" a Descartes, *El mundo. Tratado de la luz*, Madrid, Anthropos.

Edgar Zilsel, (1942) "The genesis of concept of Physical Law", *Philosophical Review*, Vol. LI, No. 3.

VI. EL FALSACIONISMO DE KARL POPPER

Me resulta mucho más fácil encontrar argumentos para probar que algo es falso que demostrar que es verdadero.

MARCO TULLIO CICERÓN

El problema de la demarcación entre ciencia y metafísica

El contexto en el que Popper plantea el criterio de falsabilidad no es el mismo que el contexto en el que el Círculo de Viena y el positivismo lógico plantearon el principio de verificación. Este fue propuesto como criterio de significación, esto es, como regla que nos permite definir si un enunciado es significativo o sin sentido. En cambio, Popper propone su criterio de falsabilidad como criterio de demarcación; vale decir, se trata de delimitar las fronteras entre la ciencia y la metafísica. (Como criterio de significación el de falsabilidad sería un criterio igualmente falible).

Popper criticó severamente el principio de verificación del positivismo lógico; pues es inadecuado porque es a la vez demasiado amplio y demasiado estrecho. Demasiado estrecho porque elimina las leyes científicas, pues éstas son enunciados universales ilimitados (universal estricto), y los enunciados de tal índole no pueden ser verificados completamente. Tal situación se da en Schlick, pero éste aceptaba las leyes científicas no como proposiciones, sino como reglas para la formación de enunciados de percepción. Pero además, el

principio de verificación es demasiado amplio porque a base de él los enunciados metafísicos todavía son posibles. (Y ello contra el propósito explícito de los positivistas). Porque las proposiciones existenciales son en principio verificables pero no refutables. Supongamos que digo:

¿Hay un ser parecido a un hombre con dos pequeños cuernos y una pezuña hendida (el diablo)?.

Aunque hayamos fracasado en verificar la existencia de dicho ser (empíricamente descripto), no se puede sin embargo declararse falsa dicha aserción. Así queda una puerta ancha y espaciosa para la metafísica. Popper concluye que es inútil pretender negar la metafísica tan sólo a base del sentido de los enunciados. Proponerse demostrar la falsedad o inutilidad de la metafísica es actuar prejuiciadamente ante los problemas filosóficos. El problema consiste más bien en establecer una frontera que defina las características de un sistema científico, y en base a ello podemos decir qué pertenece a la metafísica. Es decir, se trata de encontrar un criterio en el que las teorías que dicen recibir confirmación de todos lados (hasta de los periódicos) y nada parece refutarlas, puedan ser declaradas no-científicas; como el marxismo y el psicoanálisis, según los ejemplos paradigmáticos del propio Popper. Las auténticas teorías científicas son aquellas que pueden ser incompatibles con algunos datos de observación. La teoría de la relatividad sería refutada si no se diera el desplazamiento hacia el rojo, que la teoría afirma. Todo ello equivale a decir que una teoría es científica si es refutable o falsable por la experiencia. Un enunciado científico ha de someterse a la prueba de posible refutación, de lo contrario no es científica. Aquellas teorías que dicen recibir apoyo de todas partes y refutación de ninguna son pseudociencia.

Un enunciado universal es falsable por su correspondiente contradictorio. Tal como se muestra en el cuadro de oposición:

(x) (Sx t Px)

(x) (Sx . Px)

(x) (Sx t -Px)

(x) (Sx . no-Px)

Así, el enunciado -Todos los cisnes es blanco: es refutado por su correspondiente enunciado contradictorio, o sea: ¿Algún cisne no es blanco?. De lo cual concluye Popper la gran ventaja de su criterio falsabilista de demarcación: la experiencia no es suficiente para verificar completamente un enunciado; pero la experiencia es suficiente para refutar completamente un enunciado o teoría científica. Nótese que tanto Popper como los positivistas buscaron afianzar la dimensión empírica de la ciencia; la experiencia tenía que ser lo decisivo en la ciencia (José Rafael Echevarría, 1970, p. 35).

Si la ciencia cubre todo el ámbito de lo falsable, entonces queda para la metafísica el campo de lo no-falsable. Popper no piensa con el positivismo que la metafísica no tenga sentido. Piensa incluso que muchos problemas científicos pudieron surgir en el seno de la metafísica, como el atomismo. Sin embargo, como ha visto bien claro J. R. Echevarría (1970, p. 39) esta defensa de la metafísica está muy lejos de ser una auténtica reivindicación de ella. Y ello porque lo que Popper denomina metafísica es una extraña mezcla de enunciados sumamente heterogéneos: superstición, metafísica, pseudociencia, etc. Por lo tanto, la posición de Popper respecto de la metafísica no está tan lejos de la del positivismo lógico.

Sin embargo, mientras que la filosofía del positivismo lógico y la filosofía del lenguaje ordinario niegan que hayan problemas filosóficos, Popper sí los afirma. La filosofía analítica (en sus diversas modalidades) entiende la filosofía como una actividad cuyo objetivo es la aclaración del significado de las proposiciones. Popper rechaza dicha posición; hay problemas filosóficos de contenido y no meramente verbales. Pero, por otra parte, Popper considera que las teorías filosóficas como las metafísicas son no-refutables. Con lo cual no quiere decir que no sean significativas. Pues una idea irrefutable no tiene necesariamente que ser falsa, aunque tampoco está asegurado que pueda ser verdadera. Lo único que sabemos es que de dos proposiciones irrefutables la una es verdadera y la otra falsa,

según la ley de no-contradicción. Aunque no se pueda comprobar cuál es verdadera y cuál es falsa. Allí sólo cabe la discusión crítica y argumentos plausibles, pero no demostraciones ni refutaciones completas. Ahora bien, Agassi ha demostrado que se pueden encontrar enunciados metafísicos refutables y/o refutados por la experiencia. (Cfr. Echevarría, p. 48). Por ejemplo, la idea de Tales de Mileto de que el agua es un elemento fue refutada por la ciencia cuando descubrió la composición química del agua. La teoría filosófica según la cual el sujeto humano en el proceso del conocer es pasivo, ha sido refutada por la moderna psicología. Por lo tanto: La falibilidad no define a la ciencia empírica, sino que es un elemento constitutivo del carácter empírico de la ciencia. (Echevarría, p. 50).

Crítica del inductivismo y método hipotético-deductivo de la ciencia

Popper rechaza el punto de vista bastante común según el cual la inducción es la base metodológica del conocimiento científico. Se trataría de comenzar con algunas observaciones de hechos para llegar luego a leyes generales. Pero como había demostrado Hume, esto es imposible, O sea, a base de la sola inducción no llegamos a establecer leyes universales y necesarias sobre las cosas. Para Popper el problema de la inducción se resuelve porque las ciencias no proceden en forma inductiva, como generalmente se piensa. Y la ciencia no procede así porque no se trata de verificar enunciados sino de falsarlos. Si se tratara de verificarlos el inductivista tendría razón, porque no hay verificación completa. Pero como se trata de falsar teorías científicas entonces es posible hacerlo de modo definitivo. Sin embargo, con la falsación tampoco obtenemos resultados definitivos, pues lo único que hacemos es decir que habiendo sometido a prueba refutatoria una teoría, la misma ha salido exitosa; pero nada asegura que en un momento u otro no pueda ser refutada. De lo cual concluye Popper que la

ciencia no es un conocimiento exacto de las cosas. El ideal de la ciencia es más bien el desarrollo progresivo del conocimiento, el aumento del conocer. La idea de que la ciencia procede según el método inductivo es un mito. En su lugar propone Popper el método hipotético-deductivo.

En lugar de partir de observaciones, la ciencia parte de hipótesis o conjeturas. Lanzamos nuestras redes para ver si apresamos alguna estructura o rasgo del mundo. De acuerdo a las hipótesis podemos, junto con ciertas condiciones iniciales, predecir ciertos enunciados observacionales que sí podemos contrastar empíricamente. Si la teoría sobrevive, decimos que ha quedado contrastada, pero no verificada y que siempre queda abierta su posible falsación. En otras palabras, el método científico es deductivo porque de las hipótesis explicativas generales, junto con las condiciones iniciales, podemos deducir enunciados de observación (particulares) que sí pueden contrastarse. Para Popper el objetivo fundamental de la ciencia es explicar y predecir hechos. ¿Qué es una explicación?

Dar una explicación causal de un acontecimiento quiere decir deducir un enunciado que lo describe a partir de las siguientes premisas deductivas; una o varias leyes universales y ciertos enunciados singulares, las condiciones iniciales (Popper, 1987,

En otra forma explicar un hecho singular consiste en subsumirlo bajo una ley universal. La predicción, por su parte, tiene la misma estructura lógica, salvo que en este caso tenemos la ley o hipótesis y de ella deducimos un hecho singular (junto con las condiciones iniciales).

$(L, C_1, \dots, C_n) \rightarrow E$	EXPLICACION
$(L, C_1, \dots, C_n) \rightarrow E$	PREDICCIÓN

Sin embargo, Popper llega a fundir la explicación y la predicción. Al no distinguir la forma progresiva y regresiva de La deducción. (Echevarría, p. 78). La explicación es regresiva,

anota Bochenski, porque parte de un hecho para subsumirlo bajo una ley general. La predicción es progresiva porque parte de la ley general para llegar a un enunciado singular que se deduce -- junto con las condiciones iniciales de la ley. Tomemos el ejemplo que da el propio Popper (Cfr. Echevarría, p. 90)

Ley: Siempre que un hilo con un peso superior al que caracteriza su resistencia a la tracción del mismo, se romperá.

Condición inicial 1: La característica de este hilo es 1 libra.

Condición inicial 2: El peso aplicado a este hilo es de 2 libras.

La explicación del hecho enunciado ¿Este hilo se romperá? consiste en deducirlo a partir de una ley universal y de sus condiciones iniciales 1 y 2.

EL tipo de inferencia deductiva que Popper asume como modelo del método científico es el modus tollens:

Modus ponens	Modus tollens
$p \rightarrow q$	$p \rightarrow q$
$p \rightarrow q$	
$: q$	$: - p$

A través del *modus ponens* se infiere la verdad del consecuente si conocemos la verdad del antecedente. Por medio del *modus tollens* se infiere la falsedad del antecedente a partir de la falsedad del consecuente. Lo que de acuerdo a las leyes de la lógica deductiva es correcto. La falsación corresponde, pues, a este modelo de inferencia lógica deductiva denominado *modus tollens*.

$$(t \rightarrow p) \cdot (-p \rightarrow -t)$$

(Donde t significa teoría, p significa proposición.)

Sin embargo, Popper nos advierte que una hipótesis no resulta más probable porque haya resistido cada vez un mayor número de contrastaciones. La hipótesis ha sido corroborada sólo porque no ha sido contradicha, es decir falsada. No queda

verificada, sino corroborada y queda abierta su posible refutación. Pero Popper no hay simetría entre verificación y probabilidad. Al contrario, entre mayor contenido empírico contenga una teoría más difícil de corroborar, es decir, menos probabilidad tiene de que salga airosa. Así, una ley universal, por ser más abarcadora o universal tiene menos probabilidad de resultar exitosa, en realidad su probabilidad es 0.

El problema que plantea la teoría de la falsación es que pueden darse casos en que la falsación no es concluyente. Y es justo cuando en lugar de una hipótesis o ley tenemos otras leyes o hipótesis auxiliares. Como ha dicho Bunge: ¿Cómo podemos saber que un caso es definitivamente desfavorable a la hipótesis central de la teoría que examinamos y no a alguna de las hipótesis auxiliares? (Bunge, 1960, p. 266). Esto es así puesto que la falsedad de la conclusión se retransmite a las premisas, pero no siempre se sabe a cuál de ellas. Ya Duhem, como vimos, había señalado la imposibilidad de experimentos cruciales para refutar una teoría.

Cabe igualmente preguntar por la justificación del ataque anti-inductivista por parte de Popper. ¿No juega algún papel la inducción en la investigación científica? A ello responde Bunge en forma precisa y razonable:

La investigación científica parece seguir una vía media entre los extremos del inductivismo y el deductivismo. En ese camino medio la inducción. . . (tiene) parte en la formación de hipótesis y en la validación de toda clase de hipótesis. La inducción es ciertamente impotente sin la invención de arrojadas hipótesis trascendentes que no podría sugerir la mera inspección de datos experimentales; pero las más profundas hipótesis serían vana especulación si sus consecuencias de bajo nivel carecieran de confirmación. Para resumir, la inducción —que no es sino una de las formas de razonamiento plausibles— contribuye modestamente a la formación de hipótesis científicas, pero es indispensable para las contrastaciones de éstas. (Art. ct. p. 269).

Además, al darle toda la importancia a la falsación. Popper no reconoce el papel de la verificación, se toma en cuenta lo negativo (la falsación) pero no lo positivo: la confirmación. Como dice Bernays: "La experimentación no consiste por lo general en buscar refutaciones, sino comprobaciones. (Citado por Echevarría, p. 108).

Pero la crítica más fuerte que ha recibido Popper viene desde el punto de vista de la comprensión *histórica* de la ciencia: (Kuhn, Toulmin, Feyerabend, etc.). El modelo científico popperiano sería un modelo meramente lógico, basado en el *modus tollens*, similar al modelo aristotélico basado en la primera figura silogística. En ese modelo la ciencia aparece más racionalista de lo que efectivamente es, y ello por no tener suficientemente en cuenta la historicidad del saber científico. La misma crítica en la ciencia no se hace principalmente a base del modelo de la falsabilidad. Los mismos métodos científicos, y en ocasiones hasta los principios o axiomas básicos del saber, se cuestionan, mientras que en otros momentos de ciencia normal se dan por supuestos tanto los principios como los métodos. El hecho es que lo que se denomina método científico no siempre ha sido el mismo. Durante siglos el sistema ptolemaico (como explicación del sistema solar) fue la verdad científica. Durante siglos el fijismo de las especies vivientes fue la verdad científica. Hasta muy entrados los tiempos modernos no se distinguió claramente entre la astronomía y la astrología. Kuhn ha dicho que el modelo falsabilista de Popper mantiene a la ciencia en una continua revolución. Cuando lo cierto es que las revoluciones científicas se producen de cuando en vez, entonces se cuestionan principios, métodos, teorías.

El a priori psicogenético

Hay en Popper una teoría del *a priori* cognoscitivo. Sus ideas centrales al respecto son las siguientes: Los organismos vivientes parten de expectativas congénitas para su elección con el ambiente. También en el ser humano se dan expectativas.

Y a partir de éstas fraguamos nuestras hipótesis y teorías para explicar los hechos. A estas expectativas las denomina Popper el *a priori* del conocimiento. Pero este *a priori* no se refiere a la validez de los conocimientos. Es un *a priori* psicológico, pues es la forma de concebirse genéticamente la teoría, no la forma de validarla. El *a priori* es también lógico en el sentido de que implica una propensión a hallar regularidades, esta propensión está ya supuesta antes de que podamos encontrarlas en la experiencia. Las posibilidades de experimentar éstas suponen la expectación como condición lógica. Ya *Einstein* había expresado:

“La actitud teórica defendida aquí es distinta de la de Kant sólo por el hecho de que no concebimos las categorías como inalterables (condicionadas por la naturaleza del entendimiento) sino como libres convenciones. Parecen ser *a priori* únicamente en cuanto que el pensar sería, sin la postulación de categorías y de conceptos en general, tan imposibles como respirar en el vacío”. (Citado en Lenzen, 1959).

La teoría de Popper parte, pues, de la anterior tesis de *Einstein* diferenciándose ambos de Kant en cuanto que el *a priori* no se refiere a la validez de los conocimientos sino a su origen psicogenético.

Esencialismo vs. instrumentalismo

Popper se opone tanto al esencialismo como el instrumentalismo en el problema del alcance de las teorías científicas. El instrumentalismo afirma que las teorías científicas son herramientas útiles para predecir. Por ende, no tienen alcance explicativo. No afirman nada de la naturaleza de las cosas. Por lo cual no puede decirse que sean verdaderas o falsas. Ya habíamos visto estas tesis en Duhem y Ernest Mach. El esencialismo en cambio afirma el alcance eidético de las teorías científicas; con ellas penetramos en la esencia de las cosas. La ciencia es explicativa y no meramente predictiva, Popper

propone una vía media entre las dos anteriores: a) La ciencia es explicativa y no meramente predictiva. El objeto de la ciencia es la explicación de los hechos. Pero el esencialismo es demasiado pretencioso porque asume que llegamos a un conocimiento exacto de las cosas. En realidad, aunque algo decimos de la esencia de las cosas nuestro conocimiento no es exacto y no es completamente verdadero. Pues todo nuestro conocimiento es conjetural, está continuamente sometido al bombardeo de la crítica y a la constante revisión. No poseemos explicaciones últimas de las cosas.

Verdad y verosimilitud

Popper desconfiaba de la teoría de la verdad como correspondencia, pero encontró la teoría semántica de la verdad de Tarski. También ésta es una teoría de la verdad como correspondencia pero formulada en términos lingüísticos. Tarski se apoya en un famoso texto de Aristóteles que caracteriza la verdad como sigue: “*Decir* de lo que es, que es, y de lo que no es, que no es; eso es la verdad. Y decir de lo que no es; que es, y de lo que es, que no es; eso es la falsedad”. (Lambda, 7, 27, *Metafísica*). La clave de la nueva interpretación está en correspondencia entre lo que *decimos* y los hechos a los cuales nos referimos en el decir. O sea, se trata de una correspondencia entre nuestro lenguaje y los hechos. El juicio “está lloviendo” es verdadero *si*, de hecho, *está lloviendo*. En la primera parte del enunciado aparece el primer miembro de la equivalencia (el enunciado entrecomillado), la otra parte del enunciado es el hecho referido. En el primer caso el enunciado tiene la función de metalenguaje y la segunda parte hace de lenguaje objeto. Estamos, pues, funcionando con dos niveles distintos del lenguaje. Con ello se evitarían las paradojas lógicas.

Popper acepta la teoría semántica de la verdad de Tarski porque es una teoría de la verdad objetiva. Sin embargo, en el conocimiento científico sólo podemos decir que nos acercamos más y más a la verdad. Este aproximarse a la verdad es la

verosimilitud. Pero de nuevo aquí Popper rechaza que la teoría más verosímil sea la más probable. Y ello porque la verosimilitud implica mayor contenido informativo. Y a mayor contenido informativo menor probabilidad. Las teorías de mayor contenido son las más arriesgadas, son las más difíciles de hacer verosímiles.

Epistemología sin sujeto y teoría de los tres mundos

Popper pretende una teoría del conocimiento que sea objetiva. Para ello hace una distinción entre conocimiento en sentido subjetivo y conocimiento objetivo. Conocimiento o pensamiento en el sentido *subjetivo* consiste en un estado de la mente o de la conciencia, o en una disposición de actuar adecuadamente. “Conocimiento en el sentido *objetivo* consiste en problemas, teorías y argumentos como tales. Es independiente de toda creencia, disposición o sentimiento. Conocimiento en el sentido objetivo es conocimiento sin conocedor, conocimiento sin sujeto cognoscente”. (Popper, 1972, p. 109; M. T.) El autor aquí retoma la diferenciación que ya había hecho G. Frege: Yo entiendo por pensamiento no el acto subjetivo de pensar sino el contenido objetivo. Una cosa es el acto de pensar y otra lo pensado, el contenido del pensamiento. Es semejante a la distinción husserliana entre *cogito* (pienso) y *cogitatio* (pensamiento). Popper piensa que el análisis del conocimiento en el sentido subjetivo es irrelevante para el estudio del conocimiento científico. En el conocimiento objetivo lo que interesa son los conceptos, los problemas, las proposiciones, las argumentaciones, las teorías. Popper establece una analogía con la producción y el producto. La producción sería el conocimiento subjetivo, el producto, o el conocimiento objetivo. Puede analizarse el producto mismo independientemente del proceso de producción e independientemente de sus productores.

El contenido del conocimiento objetivo forma precisamente lo que Popper denomina el tercer mundo. El primer mundo es el físico. El segundo mundo es el psíquico (percepciones, actos de pensar, sentimientos, etc). Pero si no queremos caer en el psicologismo hemos de distinguir un tercer mundo que está constituido por los conceptos, problemas, teorías, proposiciones. Es un tercer mundo cuasi-platónico. Este tercer mundo es necesario entenderlo como si fuera independiente del mundo psíquico, pues sus leyes son independientes de la psicología. Las leyes lógicas y matemáticas no son leyes de lo psíquico. Tienen sus propias leyes. Este tercer mundo necesita para su existencia del segundo, pero su legalidad no puede reducirse a él. Se ha visto en esta teoría popperiana del tercer mundo un asomo de platonismo.

Historicismo y metodología de las ciencias sociales

En su libro *La sociedad abierta y sus enemigos* Popper hizo una extensa y detallada crítica de los sistemas políticos de tipo absolutista (u holísticos) como él los denomina. Y ello con el fin de defender la democracia liberal entendiéndola como sociedad abierta. A este propósito analiza pormenorizadamente las filosofías políticas de Platón, Hegel y Marx. Pero no entra sólo en la cuestión de los principios políticos, sino también en la problemática metodológica de las ciencias sociales e históricas. Labor esta que había abordado en *Miseria del historicismo*.

El blanco de la crítica popperiana es lo que él muy particularmente denomina historicismo. Este campo de problemas es el que enfrenta a Popper con la Escuela de Frankfurt, siendo para ésta un prototipo de positivismo. Popper entiende por historicismo la teoría que tiende a asimilar el método de las ciencias sociales al método de las ciencias naturales. Y esta tesis Popper la encuentra en el marxismo. Debe observarse que lo que Popper entiende por historicismo

bien podría denominarse positivismo o fisicalismo, en el sentido de Carnap y Neurath. Y viceversa, la posición de Popper no es típicamente positivista. En algunos aspectos Popper coincide con ciertas formas del historicismo el cual sí tiende a distinguir las ciencias sociales e históricas de las ciencias naturales. El método de las ciencias naturales es el que expusimos como método hipotético-deductivo. Por lo tanto más allá de las engorrosas y subjetivas clasificaciones de los autores por marbetes preocupémonos ahora de lo que propiamente afirman o dejan de afirmar. La teoría popperiana en relación con las ciencias sociales e históricas puede resumirse en las siguientes tesis básicas:

1. En las ciencias sociales hay aspectos que son comunes a todas las ciencias. Hay aspectos comunes a todo método científico. En especial la crítica e intento de refutación es el núcleo del método científico y es igualmente válido para las ciencias sociales.

2. La posición de valores no es exclusiva de las ciencias sociales. Se da también en las ciencias naturales. No hay neutralidad valorativa, sino que muchas veces está supuesta.

3. Tampoco la comprensión es exclusiva de las ciencias sociales e históricas, se la encuentra también en las ciencias naturales. No es la hermenéutica lo que distingue a las ciencias naturales de las ciencias sociales e históricas. (Sobre la comprensión hermenéutica ver el capítulo XII).

4. En las ciencias sociales e históricas existe un método específico que Popper denomina lógica de la situación. Se trata de comprender X problema en el marco de una situación y con fines específicos. Teniendo en cuenta la situación, el problema y los fines puede entenderse la respuesta a dicho problema. Este método se aplica también a la historia. En Collingwood (historicista inglés) se encuentra una teoría parecida.

5. Las ciencias sociales hacen explicaciones también a base de leyes universales; pero las ciencias *históricas* no son ciencias

de leyes. Popper defiende la tesis de que la historia se ocupa de acontecimientos singulares, no de leyes. En especial no hay leyes de evolución socio-históricas. La ley del progreso de Comte y Mill sólo es una vaga metáfora, las leyes históricas de Marx son también una confusión entre el método científico-natural y el método-histórico. Popper no se da cuenta que Marx no habla de **leyes de la historia**. Hay algunas generalizaciones, pero no leyes. Las leyes de que habla Marx son leyes de un período o una época determinada de la historia, y muy especialmente las de la época moderna del capitalismo; leyes que no son otras que las de la economía política.

6. El holismo (absolutismo) tiende a hacer experimentos globales con la sociedad: (revolución). A ello Popper opone los experimentos fragmentarios o reformas.

Las dos últimas tesis son las que con mayor virulencia atacan los filósofos de la escuela de Frankfurt a Popper, pues siguen a Marx en el esfuerzo de hacer inteligible la evolución histórica, pero no sobre la base de supuestas leyes. Pero se diferencian de Marx en que hacen una distinción mayor entre la metodología de las ciencias sociales y la de las naturales. Habermas en especial ha criticado este aspecto en la teoría de Marx.

En principio la diferenciación entre las ciencias naturales y las sociales es necesaria, aunque no se ha llegado a un consenso acerca de ello; me referiré a ello en el capítulo XII. También reconocemos con Habermas que las leyes de la sociedad no tienen que ser sólo leyes estáticas (sincrónicas) y que no hay objeción básica a la idea de principios evolutivos o históricos; como no hay objeción a leyes genéticas en otras disciplinas científicas como la psicología y la biología; pero tampoco aquí hay suficiente acuerdo en cuáles sean esos principios.

BIBLIOGRAFIA

Obras de Karl Popper

Lógica de la investigación científica. Tecnos, Madrid, 1967.

El desarrollo científico (Conjeturas y refutaciones) Paidós, Buenos Aires, 1979.

Objective Knowledge, Oxford, Clarenton Press, 1972.

Conocimiento objetivo. Madrid, Tecnos, 1974.

Búsqueda sin término. Una autobiografía intelectual. Madrid, Tecnos, 1977.

Miseria del historicismo, Madrid, Alianza Editorial, 1979.

La sociedad abierta y sus enemigos. Buenos Aires, Paidós, 1980.

Realismo y el objetivo de la ciencia, Madrid, Taurus, 1985.

La teoría cuántica y el cisma en la física, Madrid, Tecnos, 1985.

En busca de un mundo mejor, Barcelona, Paidós, 1994.

La responsabilidad de vivir, Barcelona, Paidós, 1995.

El cuerpo y la mente, Barcelona, Paidós, 1997.

El mito del marco común. En defensa de la ciencia y la racionalidad. Barcelona, Paidós, 1997.

Los dos problemas fundamentales de la Epistemología. (Manuscritos de los años 1930-1933, Madrid, Tecnos, 1998.

La ciencia normal y sus peligros en *Crítica y conocimiento,* Barcelona, Grijalbo, 1975.

La lógica de las ciencias sociales en Adorno Th (y otros): *La disputa del positivismo en la sociología alemana,* México, Grijalbo. 1975.

Falsabilidad y libertad, en Ayer J. A. *La filosofía y los problemas actuales,* Madrid, Fundamentos, 1981.

The self and his Brain (con Eccles), Springer Internacional, New York, 1977.

Comentarios

Anderson G. Radnitzky y otros: *Progreso y racionalidad en la ciencia*, Madrid, Alianza Universidad, 1982. (Varios de los artículos de esta obra están dedicados a la filosofía de la ciencia de Popper)

Bryan, Magee. *Popper*, Barcelona, Grijalbo, 1974.

Bunge, M. *La investigación científica*, Barcelona, Ariel, 1976, 5a. Ed.

———, Mundos popperianos y objetividad en *Materialismo y ciencia*, Barcelona, Ariel, 1981.

Darós, W. R. *Introducción a la epistemología popperiana*. Rosario, Conicet-Cerider, 1998.

——— La débil base empírica de nuestra ciencia empírica, *Diálogos*, (Núm. 78; 2001).

Cicerón, Marco Tulio. *The Nature of the Gods*. New York, Penguin Classics, 1986.

Deaño, Alfredo. *Las concepciones de la lógica*, Madrid, Taurus, 1980.

Díez, José Antonio, Descripción, prescripción e interpretación. La polémica entre Popper y Kuhn sobre la falsación y la ciencia normal, en Carlos Solís (editor), *Alta tensión*, Barcelona, Paidós, 1999.

Echevarría, José Rafael. *El criterio de falsabilidad en la epistemología de Karl Popper*, Guillermo del Toro Ed. Madrid, 1970.

Geymonat, Ludovico. *Algunas reflexiones críticas sobre Kuhn y Popper*, Córdoba, Alción Editora, 1994.

Lakatos, I. La falsación y los programas de investigación científica, en *Crítica y conocimiento*, 1c. Ct.

Lenzen, Víctor. Einstein's Theory of Knowledge, en *Albert Einstein, Philosopher Scientist*, Harper Torchbooks, 1959.

Martínez J. *Ciencia y dogmatismo*, El problema de la objetividad en Karl Popper, Madrid, Cátedra, 1990.

Mejía, Jorge Antonio. *De la ameba a Einstein. Un estudio sobre K. Popper*, Medellín, Otraparte, Editorial Universidad de Antioquia, 1989.

Minazzi F. *Il flauto di Popper. Saggio critico sulla new philosophy of science e la sua interpretazione di Galileo*, Milano, Angeli, 1994.

Quintanilla, Miguel. *Idealismo y filosofía de la ciencia*. (Introducción a la epistemología de Karl Popper), Madrid, Cátedra, 1972.

Schlipp, P.A. *The Philosophy of Karl Popper*, Illinois, a Sallal, 1974.

Varios, *Ensayos de filosofía de la ciencia*, Madrid, Tecnos, 1970.

VII. ESTRUCTURA DE LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS

Un mapa no es el territorio que éste representa, pero si es correcto, tiene una estructura similar a la del territorio; de ahí su utilidad.

ALFRED KORZYBSKI

El estudio de lo que es una teoría científica cubre dos grandes temas: la estructura de la teoría y el cambio o dinámica de la teoría. Ambos temas han sido abundantemente tratados en la epistemología del siglo XX. En este capítulo estudiaremos la estructura de las teorías y la versión de C. Ulises Moulines y José Díez del cambio, y en los tres capítulos siguientes afrontaremos otras versiones acerca de la dinámica de teorías. Con respecto a la estructura de las teorías científicas analizaremos dos concepciones. Primeramente la de Bunge y luego la concepción estructuralista.

Bunge afirma acerca de la estructura de las teorías científicas. "Una teoría científica es un conjunto de hipótesis y/o leyes relacionadas entre sí en forma deductiva. Esto significa que cada miembro del conjunto es o bien un supuesto inicial (axioma, supuesto, definiciones) o bien una consecuencia lógica de los supuestos iniciales". (1976, p. 414) El progreso de la ciencia supone un aumento en su sistematicidad o coordinación. Las ventajas son: i) una proposición factual toma pleno sentido en un campo lógicamente relacionado, mientras que para una proposición aislada su significación es mucho más problemática. ii) Al quedar incluida en una teoría «recibe apoyo de un campo factual más amplio», a saber, «el campo entero cubierto por la teoría». (:415)

La teorización «hace más precisa la significación de las hipótesis y refuerza su contrastabilidad». Los datos no tienen sentido sino dentro del contexto de una teoría. La teoría ayuda a sistematizar el conocimiento estableciendo las relaciones lógicas entre hipótesis inconexas. ii) Explica hechos por medio de proposiciones que implican hechos. iii) «Incrementa el conocimiento derivando nuevas proposiciones». iv) Refuerza la contrastabilidad de las hipótesis manteniendo el control de las demás hipótesis. «Donde no hay teoría no hay ciencia».

Unidad conceptual

La unidad de una teoría científica puede ser unidad formal y unidad semántica. «La unidad de una teoría científica consiste en la existencia de relaciones lógicas entre las fórmulas de la teoría de tal modo que ninguna quede aislada. La unidad formal consiste en ser un sistema hipotético-deductivo». (:425)

La unidad material de una teoría científica se relaciona con la común *referencia* de sus partes. La referencia a un campo de objetos hace posible la objetividad de la teoría. La unidad de referencia la llamamos *consistencia semántica*. Esto significa que los conceptos de una teoría deben ser semánticamente homogéneos, es decir, que sus conceptos «pertenezcan a la misma familia semántica». (:426)

Otra característica de una teoría científica es el cierre semántico: o sea, que «los predicados de una teoría puedan ser sólo los que se presentan en los supuestos iniciales». Además, los conceptos claves de una teoría han de estar conectados entre sí. Ello ocurre «si todo par de axiomas del conjunto tiene al menos un primitivo común». (:428)

Deductibilidad y axiomatización

El método deductivo consiste en la totalidad de las reglas y procesos lógicos con cuya ayuda es posible deducir conclusiones finales a partir de unos enunciados llamados supuestos o premisas. La relación de deductibilidad es una relación de implicación lógica.

La axiomatización consiste en reconstruir una teoría a partir de sus supuestos iniciales. Los axiomas constituyen las premisas fundamentales de toda demostración. La conclusión de la deducción a partir de los axiomas y definiciones se denominan 'teoremas'.

Un axioma es «una fórmula sin demostrar pero que sirve para demostrar otros enunciados». (:435) Las premisas de una teoría están constituidas por: los axiomas, las definiciones y las premisas subsidiarias. Una teoría axiomática de A es el conjunto de consecuencias lógicas de A.

Un ejemplo sencillo de axiomatización es el siguiente:

1. Términos primitivos
 - C1. Padre (relator diádico).
 - C2. Madre (relator diádico).
 - C3. Varón (relator monádico)
 - C4. Hembra (relator monádico)

Axiomas:

- A1. Todo individuo es varón o hembra.
- A2. Todo individuo tiene exactamente un padre.
- A3. Todo individuo tiene exactamente una madre.
- A4. Los padres de alguien son varones y las madres hembras.
- A5. Si un individuo es padre de otro, éste no lo es de aquél.

Definiciones:

Progenitor: **x** es un progenitor de **y** si, y sólo si, df. x es padre o madre de y.¹

1. El ejemplo es de Ulises Moulines y José Díaz: *Fundamentos de Filosofía de la ciencia*. Barcelona: Ariel, 1997, p. 278

Formalización

Una teoría está formalizada «si su base está formulada de una manera exacta y total». (:519) La formalización exacta requiere una formulación simbólica explícita de sus axiomas, supuestos y reglas de la teoría.

Formalización: axiomatización + simbolización

La axiomatización comprende la enumeración de los símbolos primitivos y la definición explícita de los conceptos derivados. La axiomatización es deseable porque «favorece el reconocimiento de la independencia de los axiomas y de su consistencia». (:520) (Puede verse al final de éste capítulo los axiomas de Descartes y de Newton en sus respectivas teorías físicas. De momento veamos las **definiciones** que utiliza Newton.

Definición 1. “La cantidad de materia es la medida de ésta, procedente del producto de la densidad y el volumen”.

Definición 2. “La cantidad de movimiento es la medida del mismo, procedente del producto de la velocidad y de la cantidad de materia”.

Definición 3. “La **vis insita**, o fuerza innata de la materia, es la potencia de la resistencia, merced a la cual todo cuerpo, en cuanto de él depende, persevera en su estado actual, ya sea que esté en reposo, ya sea que esté en movimiento uniforme, en dirección rectilínea”.

Definición 4. Una fuerza impresa es una acción ejercida sobre un cuerpo, con el fin de cambiarle su estado, ya sea de reposo, ya sea de movimiento uniforme en dirección rectilínea.

La **simbolización** puede ser lógica (lógica matemática) o matemática. Las ventajas de la **matematización** son: i) utilidad para la construcción de teorías, pues «en la medida en que aumenta el número de variables y se hacen más complejas las relaciones entre ellas, la matemática se impone, porque resulta imposible manejarlas sin su ayuda». (:512) ii) Precisión: los enunciados matemáticos permiten hacer más exac-

tos los conceptos y teorías. iii) Potencia deductiva: las consecuencias o implicaciones de una teoría pueden obtenerse más fácilmente si está formulada matemáticamente. Esto puede conseguirse también por la simbolización lógica. iv) Contrastabilidad: cuanto más consecuencias lógicas se siguen de una teoría mejor puede contrastarse. v) Ventaja metateórica: con una formulación precisa se pueden «evidenciar mejor las inconsistencias o la falta de independencia de los axiomas». vi) Comparación con otras teorías rivales: se pueden localizar mejor los desacuerdos.

La referencia de una teoría

De acuerdo a Bunge, las teorías formales no se refieren a nada específico. Son combinaciones de símbolos como en la lógica y las matemáticas. En cambio, las teorías factuales se supone que dan razón de algún aspecto de lo real. Representan ciertos hechos reales. La adecuación de esta referencia se contrasta con la experiencia. Pero una teoría científica se refiere sólo a algunos aspectos que se suponen representan de modo simbólico y aproximado ciertos aspectos reales y jamás todos sus aspectos. «Las teorías científicas tratan de modelos ideales que representan ciertos aspectos de sistemas reales» (por ejemplo, la teoría de los gases ideales)(:420). Las teorías suponen modelos, y estos modelos representan aspectos de sistemas reales. Teorías que son rivales tienen el mismo correlato (cosa), pero lo representan de modo diferente. Ninguna teoría es un retrato de la realidad. Un modelo es una representación idealizada de una clase de objetos reales.

No todos los componentes de una teoría factual tienen individualmente un correlato real propio. «La correspondencia entre los modelos teóricos y sus correlatos no es puntual, sino una correspondencia sistema a sistema». (:421) Una teoría tampoco es un mero resumen de datos. Todas las teorías científicas son parciales porque tratan solo algunos aspectos del sistema real, y aproximados, no libres de errores. Una teo-

ría científica es una idealización de sistemas reales. Y es *idealización* porque supone una simplificación tanto en la selección de variables relevantes como en la formulación de hipótesis y sus relaciones.

Si una teoría factual representa adecuadamente su objeto real lo comprobamos por medio de la observación y el experimento. Desde el punto de vista de la evidencia una teoría alude indirectamente a un conjunto de hechos observados que es su evidencia disponible y de un modo mediato (indirecto) a un conjunto de hechos observables. Los correlatos reales de una teoría no siempre son directamente observables. La paleontología se refiere a construcciones hipotéticas de animales extinguidos pero no directamente conocidos. Su apoyo evidencial son restos fósiles y huellas. La evidencia de una teoría es en general diferente de las descripciones de los correlatos de la teoría. La contrastabilidad de una teoría se posibilita mediante un conjunto de reglas evidenciales de interpretación. Si las contrastaciones empíricas no presuponen realidad objetiva no serían empíricas, bastarían el cálculo y la interpretación. «Las teorías no se infieren a partir de datos, sino que los datos son la contrastación de las teorías a través de ciertas inferencias». (:537) En resumen, las teorías no son meros resúmenes de experiencias como cree el empirismo; ni son meros instrumentos de predicción como piensa el instrumentalismo; las teorías son representaciones simbólicas parciales de algunos rasgos de lo real.

Teoría e interpretación

Una teoría es abstracta si no está interpretada; viceversa, una teoría abstracta puede ser interpretada a base de los modelos que correlacionamos con sistemas concretos. Una misma teoría es compatible con modelos distintos. Una interpretación es un código para aplicar el formalismo de las teorías a sistemas concretos. Las teorías físicas son interpretaciones factuales del formalismo matemático.

1. estructura: sistema sintáctico o teoría abstracta.

Teoría:

2. modelo: sistema semántico o teoría interpretada.

Una teoría interpretada supone: 1. una lista de primitivas específicas; 2. una lista de reglas de interpretación que atribuye significación a los primitivos; 3. una lista de axiomas o supuestos no demostrados. La interpretación es objetiva cuando se «establece una correspondencia entre un símbolo y una propiedad de un sistema real». En cambio, la interpretación es operacional cuando se «establece una correspondencia entre un símbolo y los resultados de una operación actual o posible que se utiliza para medir la misma propiedad de un sistema concreto». (:437) Pero no puede decirse que la interpretación operacional sea exclusiva. Hay conceptos científicos que no son operacionales. Por ejemplo, la carga eléctrica no es un concepto operacional; ni número cuántico, ni cero absoluto, etc.

Teorías fenomenológicas

Las teorías fenomenológicas son las que no explican el funcionamiento interno del sistema sino solo su comportamiento externo. Lo que pasa dentro del sistema se considera "caja negra". Las ventajas de las teorías fenomenológicas son: i) son muy generales, esto es, válidas para un «numero ilimitado de mecanismos específicos y aplicables a sistemas diferentes.» (:550) ii) Son globales u holísticas, atienden a los rasgos generales del sistema sin prestar atención al detalle. iii) Son epistemológicamente sencillas: «económicas en cuanto al uso de conceptos teóricos no observacionales». (:551) iv) Son precisas, «pueden cubrir más datos que una teoría representacional». Sus parámetros pueden ajustarse y reajustarse arbitrariamente. iv) Son seguras: pues no afirman nada sobre el mecanismo interno, o sea, no corren mucho riesgo.

Desventajas de las teorías fenomenológicas: i) tienen escaso contenido: «son menos completas que sus correspondien-

tes teorías representacionales». (:551)ii) Son de menor contrastabilidad: «ya que sus riesgos son escasos, son prudentes. «iii) escasa potencia heurística, no guían la investigación en «la exploración de profundidades».

Teorías representacionales

Las teorías representacionales son las que explican el funcionamiento interno de un sistema; se oponen a las teorías “caja negra”, por lo cual se las denomina también translúcidas. Ventajas: i) son más profundas porque explican la estructura interna del sistema en cuestión. ii) Son de mayor contenido porque atienden al detalle del mecanismo del sistema; iii) son más complejas porque hacen uso de conceptos no observacionales, teóricos; iv) tienen mayor contrastabilidad: ante el escrutinio de la experiencia pueden salir falsadas o comprobadas, pero es más fácil criticarlas porque expone más detalles del sistema. Las teorías fenomenológicas sirven de contrastaciones de las teorías representacionales.

Pasaré a la exposición de la concepción estructuralista de las teorías científicas; aunque, de acuerdo a Roberto Torretti (1999), la concepción de Bunge es ya una concepción estructuralista.

La concepción estructuralista de las teorías científicas

Ulises Moulines expone la concepción estructuralista de las teorías científicas en *La ciencia: su estructura, su desarrollo*. La ciencia implica un lenguaje especializado. Éste se compone de términos teóricos. Pero la cuestión no se reduce a problemas de lenguaje. Por ejemplo, hay un problema ontológico de si existen los referentes de dichos conceptos teóricos, y si existen de la misma manera que los árboles y las sillas. Desde la revolución científica de la modernidad se propuso que todo concepto científico tuviese su aval empírico. Sin embargo,

Newton introdujo un concepto que creó dificultades dentro de esta exigencia, parecía volver a las “cualidades ocultas” con el concepto de efecto gravitatorio a distancia. La misma teoría del átomo fue criticada por no tener un referente empírico contrastable directamente. Para Ernest Mach sólo son admisibles conceptos científicos reductibles a entidades observables. El Círculo de Viena volverá sobre esta exigencia. Pero este fisicalismo, como el operacionalismo, son inviables. Carnap demuestra que con esta teoría reduccionista no se pueden definir los términos disposicionales. Durante mucho tiempo la filosofía de la ciencia hizo una distinción entre conceptos teóricos y conceptos observacionales. (cfr. Cap. XI) Hanson, Kuhn, Feyerabend criticaron este dualismo y aceptaron la tesis de la carga teórica de la observación. Moulines observa que el alcance de la tesis de la carga teórica de la observación se ha sobrealorado. Sin duda todo concepto puede estar impregnado de teoría, pero de ahí no se sigue que no se pueda demarcar en ciertos contextos los conceptos observacionales de los teóricos. El aspecto más importante es que “toda observación científica presupone una asunción previa de un sistema conceptual clasificatorio; pero clasificar tal sistema de ‘teoría’ proviene de un uso inflacionario del término”. (Moulines, 1993, p. 159)

En cambio, la teoreticidad es algo relativo dentro de cada teoría. Los términos no-teóricos vienen determinados por medios externos a esa teoría, pero son importantes porque ellos constituyen la base de contrastación. Los términos teóricos se determinan dentro de las leyes incluidas en las teorías, las cuales constituyen sus leyes fundamentales. Balzer y Moulines proporcionan una generalización de la intuición de Sneed. El criterio de teoreticidad lo formulan para toda clase de conceptos empíricos, sean métricos o no. Introducen en primer lugar el método de determinación de un concepto y lo definen como “una clase de modelos potenciales de la teoría en cuestión que cumple ciertas condiciones”. (Ibid, p. 161) En seguida se define como teórico a un término que no sólo sea un componente potencial de la teoría sino que también sea actual. Se reconoce

que siempre queda algún aspecto pragmático que no se puede eludir.

La epistemología estructuralista formaliza las teorías valiéndose de las ideas matemáticas de Bourbaki. Éste concibió el conjunto de las matemáticas como especialidades, cada una de las cuales es una especie de **estructura**. Se usa la teoría de conjuntos. Roberto Torretti define la estructura de la siguiente manera: “Una estructura E es una lista de objetos formada por (i) los conjuntos de una familia finita arbitraria B (la base de la teoría) y (ii) una lista de objetos pertenecientes a conjuntos de la familia B (los elementos característicos de E)”. (Torretti, en Moulines, 1993, p. 101).

La concepción estructuralista de las teorías científicas tratan de tender un puente entre los modelos formalistas y las concepciones historicistas de la ciencia. Stegmüller toma muy en cuenta a Kuhn. Los modelos son los elementos mínimos de la teoría. En cambio, se rechaza la concepción de las teorías como lenguaje, es decir, como secuencia proposicional. Los modelos son susceptibles de axiomatización. La teoría no tiene una única aplicación a la experiencia, sino diferentes posibles aplicaciones. Las leyes tienen valor en el interior de cada modelo teórico. Las condiciones de ligadura establecen condiciones de conexión entre los distintos modelos. En cada modelo hay un núcleo estructural formado por las leyes fundamentales y tienen validez en cualquiera de sus aplicaciones. En cambio, las leyes especiales valen sólo en algunas de las aplicaciones del modelo. En cada teoría hay dos niveles, el teórico y el no-teórico. El nivel teórico supone los de la teoría, y el nivel no teórico supone conceptos ondependientes de la teoría. La idea de que el núcleo de las teorías son sus leyes fundamentales es importante en el momento de evaluar la evolución de las teorías, pues ello nos permite saber si se trata o no de un nuevo paradigma. Sobre éste aspecto abundaremos en los próximos capítulos.

También en la concepción estructuralista de las teorías científicas se utiliza el método axiomático. Para Roberto Torretti el método axiomático es el que ordena los conocimientos dentro de una teoría axiomática. Una teoría axiomática tiene la propiedad de ordenar los conocimientos en una lista que constituye los axiomas de T, de modo que toda aserción de la teoría sea una consecuencia lógica de T. Aristóteles fue quien propuso este programa según el cual el conocimiento ha de ser axiomatizado. Y en él se inspiraron los filósofos y científicos del siglo XVII para sus intentos de axiomatización de las teorías físicas. El Estagirita entiende, en los *Elencos sofísticos*, por **axioma** toda aserción que se toma como premisa de un razonamiento; pero en los *Analíticos posteriores*, los piensa como enunciados de una teoría en cuanto gozan de evidencia. Una ciencia debe comenzar por establecer sus axiomas; lo posterior es descubrir y deducir. La ciencia aristotélica se compone de dos partes: 1. Los axiomas o principios evidentes pero indemostrables. 2. Los teoremas que son demostrados por inferencia deductiva partiendo de los axiomas. “Esta concepción aristotélica de la ciencia ha fascinado a los filósofos hasta el día de hoy”. (Torretti, 1993, p. 90) Euclides trató de realizar este programa axiomático en sus *Elementos*, una generación después de Aristóteles. Pero como observa Torretti, se quedó muy lejos de ello. Uno, porque no todos los axiomas que enuncia se usan luego en los teoremas, como la definición de punto; pero, sobre todo, porque muchas de las demostraciones sólo se apoyan en intuiciones, es decir, en los diagramas visibles de que se vale. De este modo quedan muchas lagunas en la demostración. La geometría, afirma Torretti, no conocerá una axiomatización hasta Pash: *Lecciones sobre nuevas geometrías*. Tampoco Spinoza en su *Ética more geometrico demonstrata* logró una auténtica axiomatización, y Newton tampoco logró la perfecta axiomatización en sus *Philosophia naturalis principia mathematica*.

El esfuerzo de demostrar el postulado de las paralelas de la geometría euclidiana llevó a algunos investigadores a nuevas

rutas. De Sacheri comenzó bien pero luego se equivocó. En cambio, los creadores independientes de las geometrías no-euclidianas (Bolyai, Lobachevsky) sí tuvieron que circunscribirse a los métodos axiomáticos puesto que les estaba vedado el recurso a la intuición. Pieri y Hilbert lograron una axiomatización de la geometría euclidiana, pero con algunos cambios podía aplicarse también a las geometrías no-euclidianas.

Torretti observa que se ha confundido fácilmente entre axiomatización y deducibilidad. En realidad, la axiomatización sólo exige que los teoremas salgan como consecuencias lógicas de sus axiomas. La formalización, en cambio, es ya una codificación lógico-deductiva. Ahora bien, las consecuencias lógicas de un axioma pueden ser ilimitadas. De Q se podría seguir que “Carlos de Inglaterra muere decapitado”; pero esto es incómodo e irrelevante en un dominio determinado, la geometría por ejemplo. Por lo tanto, el método axiomático requiere además “reconocer como aseveraciones de la teoría sólo aquellas consecuencias lógicas que pueden formularse en ese fragmento”. (Ibid, p. 97). Se requieren, además, dos condiciones, la consistencia y la independencia de los axiomas. Para que haya consistencia en una teoría axiomática no puede aparecer una aseveración y su negación. De lo contrario la teoría es inconsistente. Para probar la consistencia de la teoría se crean modelos. De toda teoría axiomática se pueden crear varios modelos. La independencia de los axiomas también se prueba mediante modelos. Para que un axioma sea independiente no puede depender de otro axioma.

Torretti termina observando con Aristóteles, fundador de la axiomática, que “es propio de una persona educada buscar precisión en cada campo sólo hasta donde la admite la naturaleza del asunto”. (Aristóteles, *Ética a Nicómaco*, 1094a- 23-25). De hecho, las teorías axiomáticas se usan más frecuentemente en matemáticas, física y astronomía; pero ocurren muy poco en biología y en las ciencias sociales y humanas.

La concepción estructuralista de las teorías científicas incluye también una tesis acerca de la **explicación científica**. José Díez y C. Ulises Moulines la resumen del siguiente modo: *La idea es que la noción de red teórica [...] contiene los elementos necesarios para elucidar las relaciones explicativas como unificación o subsunción en términos modeloteóricos. Los fenómenos empíricos a explicar son los modelos de datos (explicaciones intencionales). Estas regularidades empíricas se explican mediante leyes teóricas, subsumiéndolas bajo modelos ampliados teóricamente. Esta subsunción por extensión teórica captura el elemento causal de la explicación de los fenómenos empíricos, pues las entidades teóricas introducidas (p. Ej. Dinámicas) “dan cuenta” del comportamiento de los sistemas dados (por ej. cinemáticos). Por otro lado leyes teóricas mismas están orgánicamente estructuradas y unificadas en una red, red en las que las leyes más específicas se derivan de, y en ese sentido se explican mediante otras más generales; en este caso la regularidad explicada es ella misma causal, aunque de bajo nivel. Por último, sistemas completos orgánicos de leyes se pueden explicar mediante otros más unificados, en el sentido preciso que proporcionan el concepto de reducción estructural [...] Y capturan algunos de los elementos de la comparación de poder unificador de Kitcher”.* (Díez/Moulines, 1997, 261.) Sobre este y otros aspectos de la explicación científica abundaré en el capítulo XII.

Relaciones interteóricas

Las teorías empíricas de la ciencias no se dan aisladas, sino que mantienen relaciones con otras teorías. Hay vínculos interteóricos o **leyes puente** y hay otras relaciones más globales entre las teorías. Un vínculo interteórico comúnmente es el que relaciona dos teorías, aunque puede darse el caso que relacione varias teorías. Por ejemplo, la termodinámica y la hidrodinámica tienen vínculos interteóricos. $P = dE/dV$ es una ley que relaciona la presión, el volumen y la energía. La termodinámica provee algunos de estos conceptos a la hidrodinámica.

Los vínculos interteóricos no determinan un subconjunto de modelos potenciales de la teoría (Moulines/Díez, 1997, p. 364). Los vínculos determinan más bien los conjuntos de pares de modelos. *Las leyes empíricas no se formulan con el vocabulario exclusivo de una única teoría, involucra conceptos de diferentes teorías, y por ello no aparecen como axiomas propios que determinan los modelos actuales.* (Ibíd., p. 365) Por lo general la contrastación empírica requiere de conceptos de otras teorías, y el solo hecho de utilizar instrumentos lo muestra. Utilizar un termómetro y suponer que funciona bien implica que se rige por las leyes electrostáticas, hidrodinámicas y mecánicas.

Pierre Duhem, a principios del siglo XX, estableció que nunca podemos poner a prueba una teoría aislada pues cada teoría forma parte de otras teorías. Esta tesis fue luego radicalizada por W. N. Quine quien lanzó la tesis **holística** según la cual en la contrastación de una determinada teoría interviene una madeja compleja de teorías y en realidad la totalidad de la ciencia. Hoy este holismo se suele denominar la tesis de Duhem-Quine. Moulines y Díez concluyen: *al contrastar una teoría con la experiencia siempre hay que tener en cuenta al menos algunas de sus relaciones con algunas otras teorías.* (Ib., p. 368) Como puede verse los autores son moderados y lo que suponen es que ponemos a prueba no una teoría aislada, sino la teoría y algunas relaciones interteóricas. De este modo no caen en un holismo absoluto.

En la concepción enunciativa de las teorías científicas las relaciones interteóricas se muestran como relaciones entre enunciados o axiomas. La concepción semántica de las teorías (o modeloteórica) piensa las relaciones interteóricas como relaciones entre **modelos** o conjunto de modelos. Las dos concepciones de las teorías científicas (la enunciativa y la semántica) no son incompatibles (Ib., 369). Moulines y Díez piensan las relaciones interteóricas mediante los conceptos de **teorización, reducción y equivalencia. La teorización**

ocurre cuando los conceptos de una teoría T1 son determinados por los conceptos y leyes de otra teoría T0. T0 provee los conceptos de T1. Los autores denominan conceptos **no-teóricos** a los conceptos que son prestados de la teoría T0, y son **teóricos** los conceptos propios de la teoría T1. *Decimos que T1 es una teorización de T0 o que T0 es una teoría subyacente.* (Ib., 370) También la denominan diciendo que T0 es metodológicamente previa a T1. Así, la cinemática provee a la mecánica conceptos tales como: distancia, tiempo, velocidad, aceleración. En este caso la mecánica sería una teorización de la cinemática. La geometría física provee a la termodinámica el concepto de volumen. La termodinámica es, pues, una teorización de la geometría física. Por lo general T0 está más próxima a la experiencia inmediata que T1, y ésta sería más abstracta.

La segunda forma de relación interteórica es la **reducción**. Este concepto se ha discutido frecuentemente en la epistemología. Ha existido el ideal metodológico (y hasta ontológico) de reducir las teorías científicas a una más fundamental. Por otro lado, contra la reducción de teorías se ha objetado que las revoluciones científicas (cfr. Cap. VIII) hacen inconmensurables las teorías entre sí. Pero las consecuencias metodológicas de las reducciones son mucho menos fuertes de lo que normalmente se ha creído y, por tanto, se pueden aceptar unos cuantos casos genuinos de reducción. La reducción nunca es exacta, sino aproximada. Un ejemplo de reducción exacta es de la reducción de la mecánica cartesiana a la mecánica newtoniana; también la reducción de la teoría de los gases ideales a la teoría cinética, o de la genética de Gregorio Mendel a alguna versión de la biología molecular. La reducción es sincrónica o diacrónica. Si la reducción es diacrónica la teoría reducida precede a la teoría reductora. La reducción sincrónica es una manera más rápida de resolver las cuestiones que se *plantan en la teoría reductora* (Ib., 374). La teoría reductora se refiere en lo esencial al mismo campo de experiencia que la teoría reducida, y, además provee la informa-

ción igual y adicional que la teoría reducida. Hay, pues, un vínculo semántico entre ellas y contienen básicamente los mismos conceptos. La teoría reductora es más 'fuerte' que la reducida y provee más aseveraciones acerca del mundo. Esto muestra que son incompatibles entre sí.

En la concepción enunciativa de las teorías se puede decir que una teoría **reduce** a otra *si se pueden definir los términos primitivos de la segunda mediante los términos primitivos de la primera de modo que los axiomas de la segunda se deriven de los axiomas de la primera más estas definiciones.* (Ibid., 375) Este es el requisito de derivabilidad. Las leyes de la teoría reducida deben deducirse de las leyes de la teoría reductora. Hay también un requisito de conectividad. Este consiste en que se den ciertas 'definiciones coordinadoras' entre algunos de los conceptos básicos de ambas teorías. (Ib., 375). Se trata de condiciones que especifican que si ciertos conceptos se aplican en la teoría reducida también habrán de aplicarse en la teoría reductora.

En la concepción semántica de las teorías científicas (modeloteóricas) solo se exige una correspondencia global entre el marco conceptual de la teoría reductora y la teoría reducida. Tal correlación debe darse no sólo entre el marco teórico, sino también en sus respectivas aplicaciones. Han de referirse a la misma porción del mundo empírico. Esta concepción semántica no exige estricta deductibilidad de un concepto con respecto a otro, sino que sea "extensible a un modelo actual de una especialización de la teoría reductora. *En la reducción no se usa toda la teoría reductora sino una parte de ella, determinada especialización.* (Ibid., 376)

En resumen, la reducción, en la concepción semántica, supone: 1) que ambas teorías estén globalmente correlacionadas; 2) que se correlacionen sus aplicaciones. Cada aplicación intensional de la teoría reducida debe tener un

correlato en la teoría reductora, pero no necesariamente se exige la inversa; 3) que las leyes fundamentales de la teoría reductora se den como leyes especiales en la teoría reducida, es decir, la teoría reductora cumple con las leyes fundamentales de la teoría reducida. *En este sentido, dichas leyes se ´derivan ´ de las primeras: que cierta aplicación sea subsumible bajo la teoría reductora implica que su correlato es subsumible bajo la teoría reducida. Esto es, que la reducida se aplique con éxito, se ´deriva ´ de que la reductora se aplique con éxito.* (Ibid., 377).

La tercera forma de relación interteórica es la **equivalencia**. Una teoría es equivalente a otra si son reducibles entre sí, en el sentido que acabamos de explicar de reducción. Cuando hay equivalencia resulta que las teorías que parecen muy diferentes hablan de lo mismo, dan la misma información sobre el mundo empírico. *No tiene que haber univocidad en el tratamiento teórico adecuado de la misma parcela de nuestra experiencia. Diversas teorías pueden ser igualmente aptas para explicar el mundo que nos rodea, ninguna de ellas es la **verdadera** en un sentido absoluto.* (Ibid., p. 377) La teoría mecánica de Newton y la teoría de Lagrange están formuladas en lenguajes diferentes, pero conducen a los mismos resultados empíricos sobre el movimiento general de los cuerpos.

Moulines y Díez distinguen entre equivalencia fuerte y débil. En la equivalencia **fuerte** *se da una correspondencia plena y biunívoca entre ambas teorías. De modo que todo lo que puede decirse de la una pueda decirse de la otra sin pérdida de información.* (Ibid., 378). En la equivalencia **débil** solo se da un paralelismo entre los datos empíricos a que se refieren ambas teorías, aunque no necesariamente haya plena correlación entre sus conceptos y sus leyes. La equivalencia fuerte es común en las ciencias formales y poco común en las ciencias empíricas. La equivalencia empírica se da sólo al nivel de aplicación de la teoría.

LA DINÁMICA DE TEORIAS: Moulines y Díez

Moulines reconoce que las teorías científicas cambian e incluso que cambian radicalmente.

■ “**Las teorías científicas** y todo lo que va asociado a ellas constituyen entidades que existen en el tiempo histórico: no son entidades que son connaturales al ser humano y mucho menos entidades que lo trasciendan, sino que tuvieron un nacimiento en determinado momento histórico, se desarrollaron y cambiaron de cierta manera y eventualmente desaparecieron en otra fase histórica, al igual que lenguas, naciones, códigos jurídicos o Religiones”.² **Los autores** distinguen entre cambios intrateóricos y cambios inter-teóricos.

Los cambios intrateóricos son evolutivos y graduales. Se trata de una sucesión finita de **redes intrateóricas** que ocurre cada cierto tiempo (o periodo) pero que mantiene cierta continuidad parcial tanto en su nivel teórico como en su aplicación. La continuidad de una teoría se da porque permanece un núcleo teórico o núcleo básico de la teoría, a pesar de los cambios que puedan ocurrirle. “La **identidad de la teoría** a través del cambio la determinan las leyes fundamentales” (p. 446), y ciertas condiciones de ligadura, es decir, la forma como se relacionan las distintas partes dentro de la red teórica. También conservan cierta continuidad **las aplicaciones** de la teoría a lo largo de su historia. Moulines y Díez comparan esta continuidad intrateórica con lo que Kuhn denomina los paradigmas. Se da por supuesto que el aparato conceptual no varíe, es decir, que “todas las redes de la evolución tengan los mismos conjuntos”. (p. 446) Lo que varía, pues, **en el cambio intrateórico** son las redes de sucesión en el tiempo. Pero estas redes variables son “especializaciones de un núcleo común a todas las redes”. (:446).

2. J. Díez y Ulises Moulines, *Fundamentos de Filosofía de la ciencia*, Barcelona: Ariel, 1997

Varios ejemplos se dan para mostrar este tipo de cambio evolutivo intrateórico. Así, la astronomía ptolemaica funciona durante cerca de dos mil años. Lo cual no significa que no evolucionara, que no se fuera desarrollando en forma más precisa y exacta. Esta teoría comienza con Apolonio e Hiparco, fue mejor desarrollada por Ptolomeo, en la escuela de Alejandría, **y colapsó** con la nueva astronomía renacentista de Copérnico. Lo que era intocable, invariable, en la teoría ptolemaica era el núcleo geocéntrico y su configuración en epiciclos.

Otro ejemplo es la mecánica newtoniana de partículas, que se inició en el siglo XVII y que también tuvo un desarrollo progresivo un tanto largo, esto es, hasta fines del siglo XIX. La teoría sufrió muchos cambios incluso importantes, incluyendo nuevas leyes y nuevas aplicaciones. Pero la teoría newtoniana siguió siendo la misma, "puesto que en ningún momento se cuestionaron las leyes fundamentales **de Newton** y sus aplicaciones paradigmáticas (sistema planetario, caída de graves, proyectiles, etc). (: 444) Un ejemplo más es el de la teoría darwiniana de la evolución, modificada luego con las leyes genéticas de Mendel y de Morgan, y que persiste bajo el nombre de teoría sintética de la evolución. **En las ciencias sociales**, aunque se discute si hay paradigmas, puesto que siempre hay teorías en competencia **que no pueden sintetizarse en una**, sin embargo, los autores dan como ejemplo el psicoanálisis y el marxismo, como teorías que han cambiado manteniendo un núcleo identitario de permanencia.

Cambio interteórico

La estructura de los cambios interteóricos, en los que se produce algún **cambio revolucionario** es más difícil de representar formalmente. El cambio interteórico es un cambio de teoría. No se trata de que la antigua teoría sea mejorada, se trata de que es sustituida, desplazada o reemplazada por otra. **Equivale al cambio de paradigmas** de que nos

habla Kuhn. En el cambio interteórico se pierde la identidad de la teoría; ya no es lo que era, y es **reemplazada por otra**. Pero los cambios interteóricos pueden ser distinta índole. La idea de Kuhn según la cual en las revoluciones científicas se sustituye un paradigma por otro ejemplifica sólo una clase de cambio interteórico, quizá solo una minoría de ellos. Muchos de los ejemplos de Kuhn pueden interpretarse mejor como modos de cambio menos dramáticos de lo que él suponía, pues no se dan entre ellos rupturas tan radicales. Los autores suponen dos clases de cambio interteórico:

1. La suplantación de teorías acompañadas de inconmensurabilidad (semántica).

2. La incorporación de teorías sin inconmensurabilidad.

Discutamos primero esta última. La incorporación de teorías ocurre cuando una teoría puede ser estructuralmente reducida a otra, reducción que generalmente es aproximada. Ya hemos visto en qué consiste la reducción de teorías. Vistas las cosas desde la perspectiva histórica o dinámica quedaría así: “Existe una correspondencia formal entre los marcos conceptuales **respectivos de la teoría reducida y la teoría reductora**, o sea en perspectiva diacrónica, entre teoría incorporada y teoría incorporadora”. (:451) Por otro lado: “Las leyes fundamentales de la teoría incorporada son implicadas, al menos aproximadamente, por las leyes fundamentales de la teoría incorporadora reforzada por algunas leyes especiales de ésta última”. Finalmente, las aplicaciones exitosas de la teoría incorporada pueden considerarse aproximadamente como aplicaciones exitosas de la teoría incorporadora. Pero la relación inversa no es válida. Aplicaciones de la teoría incorporadora pueden considerarse “fracasos” de la teoría incorporada, o simplemente no fueron consideradas nunca por dicha teoría. A veces la primera teoría, la reducida, es “reinterpretada como un caso ‘especial’, ‘idealizado’ o ‘aproximado’ de la segunda”. Finalmente, “a nivel sociológico, la comunidad científica no queda afectada por el cambio, **no**

queda dividida en dos comunidades rivales e irreconciliables, sino que una parte de la misma comunidad, aunque 'oficialmente' adherida a la nueva teoría, sigue trabajando con la teoría anterior, al menos a fines didácticos, o para resolver problemas de cierto ámbito restringido o aplicaciones puramente tecnológicas". (:450) Como ejemplo los autores ponen la transición de la teoría planetaria de Kepler a Newton. Y también de la teoría de Newton a la teoría de la relatividad. También el paso de la teoría mendeliana de la herencia a la teoría biológico molecular.

Los autores señalan también que "la relación de incorporación se establece **entre** redes enteras y no entre elementos teóricos asilados, lo cual responde a la idea de que son teorías en su totalidad y no sólo algunas leyes especiales de las mismas las que quedan incorporadas por una teoría distinta". (:452) En la incorporación de la **antigua** teoría en la nueva lo que se asume es el núcleo básico.

Cambio interteórico por suplantación

Los autores describen el modelo kuhniano de **suplantación**: "no sólo se abandona una teoría que hasta ahora se tenía por verdadera y a partir del cambio se la considera falsa, sino que el cambio va acompañado de un fenómeno semántico más profundo: la inconmensurabilidad entre ambas teorías". Lo cual significa que ocurre una verdadera ruptura **entre los marcos conceptuales de una y otra teoría**: no hay manera de correlacionar semánticamente los conceptos básicos de una teoría con los de la otra, y, por lo tanto tampoco puede establecerse ninguna relación lógica entre los principios de una **y otra** teoría. Cada teoría se vuelve ininteligible para la otra. En consecuencia, **no es que una teoría se vuelva falsa con respecto** a la otra, sino que "carece de sentido". (:457) La inconmensurabilidad no significa que los conceptos no puedan ser comparables; lo que significa es que los conceptos de una y otra teoría no pueden ser reducidos

entre sí, pues no tienen una semántica básica común, es decir, no hablan el mismo lenguaje, ni se refieren a las mismas cosas. Cambia el significado de los términos teóricos, su “universo de discurso”. Los científicos de cada lado del paradigma viven en mundos distintos; como cuando se salta de la astronomía ptolemaica a la copernicana.

Los autores difieren de Kuhn en la cuestión de la inconmensurabilidad. La inconmensurabilidad no es una cuestión de todo o nada, sino que puede haber mayor o menor grado de inconmensurabilidad. Ésta puede ocurrir a uno o varios conceptos básicos de la teoría, o **a todos**. Cuantos más conceptos básicos queden involucrados en la inconmensurabilidad más radical será ésta. Pero en cierto modo también es más improbable. La inconmensurabilidad es en verdad un concepto comparativo. De ahí que la inconmensurabilidad total no es un criterio adecuado para evaluar las revoluciones científicas por lo improbable del caso. Los casos interesantes ocurren cuando la inconmensurabilidad es parcial: “algunos de los conceptos de las dos teorías involucradas están ciertamente correlacionados pero carecen de una base ontosemántica común”. (:458) Cuando la inconmensurabilidad es parcial “algunas subestructuras de los modelos de una y otra teoría son comunes a ambas, o por lo menos **formalmente conectables**, mientras que otras subestructuras no lo son”. (:458) Lo que sí parece correcto es que las leyes fundamentales de la teoría suplantadora no pueden implicar las leyes fundamentales de la teoría suplantada. En esto radica la diferencia fundamental entre cambio interteórico por suplantación y por incorporación. Cuando hay **suplantación** se da un subconjunto de aplicaciones que han constituido fracasos (anomalías) para la teoría suplantada y un éxito para la teoría suplantadora. La teoría suplantadora explica cosas que la teoría suplantada no explica.

Los autores concluyen defendiendo la tesis del progreso científico de acuerdo a lo que se acaba de explicar. Cuando el

cambio es intrateórico hay progreso si “las redes que componen la evolución teórica son cada vez más ramificadas y al mismo tiempo su dominio de aplicaciones exitosas es cada vez mayor”. (:461) En los cambios interteóricos por incorporación es incluso más evidente el progreso científico. Pues las “leyes de la teoría incorporadora son más amplias y lógicamente más fuertes (tienen más consecuencias) que las leyes de la teoría incorporada”. (:461). Finalmente, en los casos radicales de cambio por **suplantación** ocurre que la teoría suplantadora explica las anomalías de la teoría suplantada. Y obviamente siendo así no se puede dejar de reconocer que hay progreso.

Es justo reconocer que los autores logran una explicación coherente de los cambios conceptuales en la ciencia. De hecho, hasta el presente no conozco una mejor explicación. **Sin duda** se benefician de las críticas recibidas a otros modelos como el continuismo evolucionista o el inconmensurabilismo.

3. Comparación entre las leyes en la teoría física Descartes y en la de Newton

Leyes del Movimiento en la física cartesiana

1. Cada parte de la materia en particular permanece siempre en un mismo estado mientras el encuentro con otras no le obliga a cambiarlo. (Le monde, p. 111)
2. Cuando un cuerpo impele a otro, no puede darle ningún movimiento si él no pierde simultáneamente igual cantidad del suyo, ni restarle si el suyo no aumenta en igual cantidad. (: 117)

Leyes del movimiento en la física newtoniana.

1. Todo cuerpo persevera en su estado de reposo o de movimiento uniforme y en línea recta, salvo en cuanto mude su estado obligado por fuerzas exteriores. (**Principia Mathematica**, p. 13).
2. El cambio del movimiento es proporcional a la fuerza motriz imprimida, y se efectúa según la línea recta en dirección de la cual se imprime dicha fuerza. (: 14)

3. **Cuando un cuerpo se mueve, aunque su movimiento se haga con frecuencia en línea curva y aunque no pueda efectuarse ninguno que no sea circular en cierto sentido, no obstante cada una de sus partes en particular tiende siempre a proseguir el suyo en línea recta.**
(: 123)
3. A toda acción se opone siempre una reacción contraria e igual: es decir, que las acciones entre dos cuerpos son siempre iguales entre sí y dirigidos en sentido contrario.
(:14)

Newton une en la misma ley lo que Descartes enuncia en la primera y tercera ley. La segunda ley de Descartes fue descartada por la física posterior. Lo que se conserva no es la cantidad de movimiento como la enunció Descartes, sino que para Newton lo que se conserva es la masa multiplicada por la velocidad. Newton incluye en la velocidad la dirección del movimiento. Posteriormente Leibniz insistió, además, en el hecho de que se conserva la *vis viva*, denominada más tarde energía cinética. Por otro lado, el concepto ausente en las leyes cartesianas es el de fuerza. Su concepción geométrica de la materia, como extensión *-res extensa-*, le impide incorporar la idea de fuerza en su concepto de materia. Es Dios quien da al mundo la cantidad de movimiento y éste se conserva, no hace más que pasar de un cuerpo a otro, sin aumentar ni disminuir. Newton introduce en la segunda ley la fuerza como responsable del cambio de movimiento. De ahí que Newton rechace la teoría de los vórtices de Descartes. Estos vórtices, replica Newton, no pueden mantenerse en movimiento uniforme a menos que una fuerza externa haga girar el cuerpo central. La teoría de los vórtices, continúa Newton, no puede conducir a las leyes de Kepler. La hipótesis de los vórtices no explica nada y vuelve inexplicable los fenómenos astronómicos, concluye Newton.

Paolo Rossi nos resume la forma histórica como se llegó a la primera ley newtoniana. *El principio de inercia tal como apa-*

rece en la primera ley newtoniana del movimiento, tuvo una larga gestación, y es el resultado de la elaboración, por parte de Descartes y Newton, de una fundamental y revolucionaria idea de Galileo. Como ha escrito William Shea, para pasar de los conceptos de Galileo a la primera ley de Newton la inercia deberá ser: 1) reconocida como ley fundamental de la naturaleza; 2) considerada como implicadora de la rectilinealidad; 3) generalizada, a partir del movimiento sobre la tierra, a cualquier movimiento que se produzca en un espacio vacío; asociada con la masa como cantidad de materia. Los tres primeros pasos los dará Descartes, el cuarto solamente Newton". (Paolo Rossi, 1998, p. 102)

También observa Paolo Rossi que, aunque Descartes tiene en mente una teoría matemática de la Naturaleza, igual que Galileo, sin embargo, las leyes que enunció como leyes del movimiento no las expuso en forma matemática. "El matematicismo cartesiano sólo se manifiesta en el carácter axiomático y deductivo de su construcción del mundo. Ya el título mismo del libro de Isaac Newton *Philosophiae naturalis principia mathematica*, publicado en Londres en 1687) expresaba una actitud polémica frente a la física de Descartes y de los cartesianos". (Rossi, *ibid.*, p. 118) Newton usó el método geométrico, y no utilizó su recién descubierto cálculo de fluxiones (cálculo diferencial), que la ciencia posterior mostraría más adecuado y ágil para las teorías físicas.

Newton incorpora las leyes de Kepler en su teoría de la gravedad. Como explica nuevamente Rossi: "Cuando una fuerza central hace desviar un cuerpo de su dirección inercial se cumple la ley de las áreas de Kepler. Cuando la fuerza centrípeta varía inversamente al cuadrado de la distancia, el cuerpo, según la velocidad tangencial, recorrerá una de las 'cónicas': una elipse, una parábola o una hipérbola". (Rossi, *ibid.*, p. 218) La fuerza centrípeta, como observa Rossi, resulta ser la mismísima fuerza gravitatoria.

BIBLIOGRAFÍA

Arana, Juan. *Claves del conocimiento del mundo*, Sevilla, Kronos Universidad, 1996.

Bernal, J. D. (y otros), *La ciencia de la ciencia*, México, Grijalbo, 1968.

Bunge, Mario. *La investigación científica*, Barcelona, Ariel 1967.

_____. *Teoría y realidad*, Barcelona, Ariel, 1972.

Descartes, René. *El mundo. Tratado de la luz*. Madrid, Anthropos, 1989. (Ed. Bilingüe).

Chalmers, Alan. *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*, México, Siglo XXI, 1996, 18a. De.

Duhem, Pierre. *La théorie physique, son object, sa structure*, Paris, Marcel Rivière, 1914.

Díez, José/ Moulines C. Ulises. *Fundamentos de filosofía de la ciencia*, Barcelona, Ariel, 1997.

Estanny, Ana. *Introducción a la filosofía de la ciencia*, Barcelona, Crítica, 1993.

Geymonat, Ludovico. *Historia de la filosofía y de la ciencia*, Barcelona, Crítica, 1985.

Hempel Carl G. *Philosophy of Natural Science*, London, Prentice Hall, Inc. 1966.

Moulines (editor) *La ciencia, su estructura, su desarrollo*, Madrid, Trotta, 1993.

Newton, *Selección*. Madrid Austral. 1972. (La traducción del latín de las leyes o axiomas del movimiento es de Eduardo García de Zúñiga).

Patiño Arango, Adolfo. (y otros), *Filosofía & ciencia*, Santiago de Cali, Editorial de la Universidad del Valle, 1996.

Pérez Sedeño, Eulalia. *El rumor de las estrellas. Teoría y experiencia en la astronomía griega*,

México, Siglo XXI, 1986.

Rojas Osorio, Carlos. «Moulines (ed.) *La ciencia: su estructura, su desarrollo*», *Diálogos*, (Núm. 71, 1988), p. 193-201.

Rossi, Paolo. *El nacimiento de la ciencia moderna en Europa*, Barcelona, Crítica, 1998. (Trad. de María Pons).

Sánchez Ron, José Manuel, *El siglo de la ciencia*, Madrid, Taurus, 2000.

Stegmüller, *La concepción estructuralista de las teorías científicas*, Madrid, Alianza Editorial, 1981.

____ *Estructura y dinámica de teorías*, Barcelona, Ariel, 1983.

Torretti, Roberto. "El método axiomático", en Moulines 1993.

____ *Creative Understanding*, Chicago University Press. 1990

____ *Philosophy of Physics*, Cambridge University Press, 1999.

Toulmin, Stephen. *La comprensión humana*. Madrid, Alianza Editorial.

Voltaire, *Elementos de la Filosofía de Newton*, Santiago de Cali, Editorial Universidad del Valle, 1996.

Walker, Marshall. *El pensamiento científico*, México, Grijalbo, 1968.

VIII. THOMAS S. KUHN Y EL CAMBIO EN LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS

En la ciencia, por lo común, no se rompen los obstáculos directamente, sino que se hace un rodeo para eludirlos.

STEPHEN Toulmin

La importancia del punto de vista histórico en la filosofía de la ciencia en los medios anglosajones es prácticamente debida a THOMAS S. KUHN. En el ámbito francés el aspecto histórico de la ciencia había sido puesto de relieve por Bachelard, Koyré y Canguilhem. En cambio la filosofía de la ciencia anglosajona era básicamente sincrónica, ahistórica y analítico-sistemática. Así se presentaba en el positivismo lógico y filosofías afines. Kuhn ha reconocido su deuda con el francés historiador de la ciencia Alexandre Koyré. También se pone Kuhn bajo el legado de Wittgenstein, en su último período.

Kuhn comienza por señalar la casi nula referencia histórica en los libros de texto científicos. Estos son puramente sistemáticos, con una casi total ausencia de fechas y autores; su obra *Estructura de las revoluciones científicas* (1962) se inicia con un capítulo que reclama un lugar para la historia. Dos ejes centrales forman la teoría histórica de la ciencia de Kuhn: 1) La existencia de *paradigmas* para cada disciplina o disciplinas científicas dentro de una época dada, y 2) la existencia de *revoluciones* científicas que establecen una discontinuidad radical entre paradigmas establecidos y otro que se trata de establecer.

Apreciamos en primer lugar la noción *paradigma*. Aquí nos encontramos con la primera dificultad ya que Kuhn ha dado un número múltiple de significaciones a su noción de paradigma. Su discípula Masmerman hizo un recuento de 22 significados del término. Sin embargo, algunos de los enumerados por la autora son asimilables entre sí. Expongamos, pues, los que nos parecen más distintivos:

Un *paradigma* científico es un logro científico universalmente reconocido, que durante cierto tiempo provee de modelos de problemas y modelos de soluciones a una comunidad científica. (Kuhn, ERC, p. 37)

Un *paradigma* es también una filosofía, o cuando menos un conjunto de presuposiciones filosóficas adoptadas por una comunidad científica.

Ningún grupo científico podría practicar su trabajo sin disponer de algún conjunto de creencias recibidas. Y es importante cuál sea la constelación específica con la que el grupo está comprometido en un momento dado. La investigación efectiva apenas comienza antes de que una comunidad científica considere que dispone de respuestas a preguntas como: ¿Cuáles son los entes de que está compuesto el universo? ¿Cómo interactúan estos entes con otros y con nuestros sentidos? (ERC, p. 25). Estas preguntas filosóficas son claramente metafísicas, sin embargo, para Kuhn la comunidad científica llega a un cierto grado de convergencia acerca de las respuestas a las mismas a fin de dar marcha al desarrollo de la ciencia.

Un *paradigma* es también una *tradicón* científica. Algunos ejemplos de la práctica científica real que son comúnmente aceptados proporcionan un modelo de los que surgen determinadas *tradiciones* particularmente coherentes de investigación científica. (ERC, p. 34). Ejemplo de dichas tradiciones son: la astronomía tolemaica, la física aristotélica, la astronomía copernicana, la óptica corpuscular, etc.

Un *paradigma* es también una manera de ver las cosas. O sea, unos principios organizativos (*Gestalten*) de la percepción científica. Un paradigma es una condición previa a la percepción misma. Priestley vio aire desflogistizado allí donde Lavoissier percibió oxígeno. Dependiendo del principio organizativo podemos ver una cosa de una manera o de otra. Esta teoría de la percepción Kuhn la aplica igualmente a las teorías científicas y a los paradigmas mismos. El universo entendido desde la astronomía ptolemaica no es el mismo que aquel que conceptuamos desde la astronomía copernicana; ha cambiado el principio organizativo desde el cual configuramos nuestro concepto del mundo.

Después de las innumerables críticas formuladas a la noción de paradigma tal como aparecía en *La estructura de las revoluciones científicas* Kuhn reconoció la ambivalencia del término y trató de determinarlo mejor. El resultado logrado es la definición de paradigma como: matriz disciplinaria, la que encontramos a la *Posdata* de ERC, (1969). «Para nuestro propósito presentes sugiero matriz disciplinaria porque se refiere a la posesión común de quienes practican una disciplina particular; matriz porque está compuesta por elementos ordenados de varias índoles, cada uno de los cuales requiere una ulterior especificación. Todos o la mayor parte de los compromisos de grupo que en mi texto original resultan paradigmas o partes de paradigmas, o paradigmáticos, son partes constituyentes de la matriz disciplinaria, y como tales forman un todo y funcionan en conjunto». (ERC, *Posdata*, p. 280).

Kuhn determina mejor el contenido de un paradigma o matriz disciplinaria al elucidar los componentes del mismo: un paradigma contiene generalizaciones simbólicas o expresiones legaliformes tales como $F: M \times A; I (V/R)$. O en forma de definiciones. Un segundo componente de un paradigma son sus aspectos metafísicos, es decir, las creencias o modelos particulares que comparten los miembros de una comunidad científica; como el atomismo de la química moderna.

Un tercer elemento de un paradigma o matriz disciplinaria son los valores que integran: valor de exactitud, en las predicciones; la coherencia y simplicidad de las teorías; etc. Estos valores son compartidos por los miembros de la comunidad científica.

Un elemento central del paradigma son los *ejemplos compartidos*, como se enseña a los estudiantes de física a identificar fuerzas, masas, aceleraciones, rayos de luz, etc.

Con todo lo anterior nos hemos hecho ya una cierta idea de lo que constituye un paradigma científico para Kuhn. La ciencia normal funciona a base de paradigmas. El problema es cuando éstos estallan, es decir, cuando llegan las revoluciones científicas.

Las revoluciones científicas

El otro aspecto central de la teoría kuhniana de la ciencia es su afirmación de que el desarrollo de la ciencia no es continuo, sino que hay momentos en que los paradigmas de la ciencia normal entran en crisis hasta llegar un momento en que el paradigma original es substituido por otro. El proceso de crisis, profundización de la crisis y cambio de paradigma constituye una revolución científica. O sea, en el desarrollo de la ciencia hay discontinuidades y éstas afectan no sólo a las hipótesis, teorías y conceptos científicos sino también a los métodos y principios que animan la investigación científica. Kuhn comenzó hablando de grandes revoluciones: como la copernicana, la galileana, la newtoniana, la daltoniana, la einsteniana, la heisenberguiana (cuántica). Pero poco a poco fue introduciendo revoluciones ya no macroscópicas, sino pequeñas revoluciones. No se trata ya de un cambio en la imagen del mundo, sino en algún método, principio, hipótesis, descubrimiento. Como en el descubrimiento de los rayos X, como en el electromagnetismo de Maxwell, en la genética de Mendel, etc. El problema que plantea esta revisión es que si se

trata de microrevoluciones, entonces tendríamos que concluir que las revoluciones son el estado normal de la ciencia. Conclusión que iba contra los propósitos de Kuhn al desafiar el falsacionismo de Popper. Kuhn entendía que la ciencia es menos crítica y revolucionaria de lo que pretende Popper, y que en cambio se rige por paradigmas que la mantienen en un estado estable de progreso. Pero con las teorías de las microrevoluciones se anula el punto de partida kuhniano.

Las revoluciones científicas implican crisis tan profundas que llegan a situaciones de incomprensión entre los miembros de una comunidad científica, y esta incomprensión puede llegar hasta la incomunicación parcial o total. En última instancia se alcanza lo que Kuhn denomina incomensurabilidad de un paradigma respecto del anterior. La incomprensión e incomunicación en el contexto de una revolución científica es de tal índole que con frecuencia las discusiones no se hacen para demostrar sino para persuadir. Pues los mismos principios que rigen la ciencia normal en un período de crisis son cuestionados. O sea, no hay una teoría por encima de los dos paradigmas en conflicto que sea aceptable para ambas partes. Del salto de la astronomía ptolemaica a la copernicana hay una revolución. Del mismo modo de la física newtoniana a la einsteniana o relativista. En la argumentación de Kuhn pareció dejar entender que las discusiones en épocas de crisis eran irracionales. Al menos esa fue la impresión que se hicieron muchos lectores de su obra. Esta irracionalidad del cambio científico se convirtió en uno de los blancos más frecuentes y enconados de la crítica. Kuhn reconoció que, aunque esa era la impresión, en ningún momento quiso sostener la irracionalidad del cambio. Pero quedó todavía la cuestión de la inconmensurabilidad. Sobre la cual volveremos.

Las revoluciones se inician con descubrimientos que hacen entrar en crisis los paradigmas establecidos. Por ejemplo, el descubrimiento del telescopio por Galileo, el del oxígeno por Lavoissier, el de los rayos X por Roetgen, etc. Entonces llega un

período de aflojamiento de las reglas normales de la investigación. Durante la ciencia normal la actitud crítica de la ciencia es menor (contra el criticismo o falsacionismo de Popper), y viceversa, es en los períodos de crisis cuando la actitud crítica se vuelve sobresaliente. La ciencia normal es tradicional, la revolución científica es la ruptura de una tradición. Después de una revolución científica los libros de texto tienen que volver a escribirse. Kuhn anota esto junto con la paradoja de que por lo general los libros de texto no hacen ninguna o casi ninguna relación a la historia de la disciplina científica que se estudia.

En la *posdata* de 1969 Kuhn aclara que, aunque los paradigmas rivales sean inconmensurables, ello no significa que sean intraducibles. En efecto, la comunicación que se hace entre los miembros de un paradigma y los otros se parecen sobre todo a la traducción que hacemos de una lengua a otra. Ambos comprenden lo que se dice pero no pueden ser explicados por la otra comunidad en sus propios términos; traducir una teoría o visión del mundo al propio lenguaje no es hacerla propia. (Kuhn, en Lakatos (ed.) 1975, p. 405) Kuhn llega a denominar conversión a la internalización que un miembro del viejo paradigma hace del nuevo. En este caso ya no hay traducción, sino que se llega a pensar en los términos de la nueva teoría y a ver el mundo desde ella. Esta conversión es un cambio de *Gestalt*, es decir, la adopción de un punto de vista organizativo distinto. La conversión es el núcleo mismo del proceso revolucionario. No es que no haya razonamiento, sino que para aceptar el nuevo paradigma se requiere mucho más: la conversión a una nueva manera de ver las cosas. Piénsese en el sol, la luna y Marte y la tierra antes y después de Copérnico; de la caída libre del movimiento pendular y planetario antes y después de Galileo; o en las sales y aleaciones y mezclas de hierros azufrados antes y después de Dalton. (ERC, Posdata, p. 306).

La crítica principal que se ha hecho de la teoría de las revoluciones científicas se refiere al problema de la inconmen-

surabilidad de los paradigmas. Pues si esto es verdadero, la ciencia quedará reducida a una cadena de islotes sin suficiente comunicación entre sí. Otra consecuencia de lo anterior es la negación del progreso en el desarrollo de la ciencia. Pero la negación del progreso se refiere más bien a la tesis según la cual las teorías científicas no nos llevan a un conocimiento más profundo de la naturaleza de las cosas, a una mejor ontología, al decir de Kuhn. De hecho hay progreso pero bajo otro aspecto, señala nuestro autor, y es que una teoría puede ser mejor que otra (más exacta), más útil para predecir, etc., sin que necesariamente sea más profundo el conocimiento que nos da de la realidad.

«Las teorías científicas posteriores son mejores que las anteriores para resolver enigmas en los medios a menudo distintos a los que se aplican. Tal no es una posición relativista y muestra el sentido en el cual sí soy un convencido creyente en el progreso científico. (ERC, Posdata, p. 319). Más adelante agrega: «Como repuesta a enigmas, como instrumentos de predicción, y como teorías más exactas (matemáticamente) hay un progreso de Aristóteles a Newton, y de éste a Einstein. Pero en su sucesión no puedo ver una dirección coherente de desarrollo ontológico». (ERC, p. 314). Esta posición kuhniana es, pues, instrumentalista y fenomenalista». La idea de una unión de la ontología de una teoría y su correspondiente verdadero en la naturaleza me parece ahora, en principio, mera ilusión, además como historiador, estoy impresionado por lo improbable de esta opinión (ERC, p. 314). La ciencia aparece así como un desarrollo dialéctico de ideas, un progreso de una teoría a otra, pero no un progreso en el conocimiento mismo de la realidad. No hay una aproximación a la verdad, ni siquiera gradual.

Hemos señalado ya los graves defectos de la teoría kuhniana del desarrollo histórico de la ciencia. A pesar de todo ello no debe olvidarse que fue él quien introdujo para el pensamiento anglosajón la importancia decisiva de la historia en la com-

prensión de los principios, métodos y teorías científicas. Creemos que se ha ganado cada vez más suficiente consenso respecto a la historicidad radical de la ciencia, y en ello Kuhn puso su buena parte. También se desprende del análisis histórico kuhniano el lugar de lo humano en la investigación científica. En efecto, él señala la actividad científica como la actividad de individuos humanos comprometidos en una empresa comunitaria. Sujetos humanos con sus valores e incluso con sus intrigas y pasiones. Con su apegamiento a tradiciones como lo hace cualquier otro ser de carne y hueso, con su dificultad de aceptar nuevas teorías que desafían lo conocido hasta el momento, con su terquedad o facilidad para adaptarse a nuevas teorías. De hecho alguien ha dicho que algunas teorías más revolucionarias de la ciencia sólo llegan a imponerse porque sus opositores ya no pueden hablar porque han muerto.

Al insistir en la historicidad del saber científico se completa la imagen de la historicidad de todas las producciones humanas. Hegel había iniciado este movimiento para la historia de las ideas filosóficas. Dilthey la generalizó para el arte, las concepciones del mundo, y las religiones, y ahora le ha tocado el turno a la ciencia. Llegó de último a la visión temporalista, pero llegó y lo hizo estruendosamente, sacudiendo los dogmas formalistas que se habían erigido desde principios de siglo.

BIBLIOGRAFÍA

Obras de Tomas S. Kuhn

La estructura de las revoluciones científicas, FCE, México, 1975, 2a. Reimp.

La revolución copernicana, Ariel, Barcelona, 1978.

«Lógica del descubrimiento o psicología de la investigación», en Lakatos (Ed.) *Crítica y conocimiento*, Grijalbo, México, 19875.

«Consideraciones en torno a mis críticos», en *Crítica y conocimiento*.

Segundos pensamientos sobre paradigmas, Tecnos, Madrid, 1981.

La teoría del cuerpo negro y el problema de la discontinuidad cuántica, Alianza Editorial, Madrid, 1980.

La tensión esencial, FCE, México, 1982.

Qué son las revoluciones científicas, Barcelona, Paidós, 1989.

Comentarios

Barnes, Barry. *T. S. Kuhn y las ciencias sociales*, México, FCE, 1986.

Beltrán, Antonio. Kuhn: de la historia de la ciencia a la filosofía de la ciencia, en: T. S. Kuhn, *Qué son las revoluciones científicas*. 1989.

Feyerabend, Paul: Consuelos para un especialista en *Crítica y conocimiento*.

Geymonat, Ludovico. *Algunas reflexiones críticas sobre Kuhn y Popper*. Córdoba, Alción Editora, 1994.

Hempel, C. «Selección de un teoría en la ciencia; perspectivas analíticas versus pragmáticas», en Varios, *La filosofía y las revoluciones científicas*, Grijalbo, México, 1979.

Masterman, Margaret: «La naturaleza de los paradigmas», en *Crítica y conocimiento*.

Morales, Cesáreo: «La emergencia de una teoría», en *Filosofía de las revoluciones científicas*, 1c. Ct.

Muguerza, Javier, «La crisis de la filosofía analítica de la ciencia», en *Filosofía de las revoluciones científicas*, 1c. Ct.

Piaget-García, *Psicogénesis e historia de la ciencia*, Siglo XXI Ed. México, 1981.

Popper, Karl: «La ciencia normal y sus peligros», en *Crítica y conocimiento*, 1c. Ct.

Ratnitzky-Anderson-Feyerabend-Grünbaum: *Progreso y racionalidad en la ciencia*, Al. Editorial, Madrid, 1982.

Scheurer, Paul. *Revoluciones de la ciencia y permanencia de lo real*, Ed. Destino, Barcelona, 1979.

Solís, Carlos (editor). *Alta tensión. Filosofía, sociología e historia de la ciencia. Ensayos en memoria de T. S. Kuhn*, Barcelona, Paidós, 1999.

Suppes, P. (ed). *La estructura de las teorías científicas*. Ed. Nacional, Madrid, 1979.

Toulmin, S. / Goodfield J. *El descubrimiento del tiempo*, Buenos Aires, Paidós, 1968.

Toulmin S. «La distinción entre ciencia normal y ciencia revolucionaria, resiste el examen», en *Crítica y conocimiento*, 1c. Ct.

____ *La comprensión humana*, Alianza Ed. Madrid, 1977 (Cfr. 1.4 La ilusión revolucionaria).

Ursua, Nicanor. *Filosofía de la ciencia y metodología crítica*, Desclee de Brower, Bilbao, 1981.

Watkins, J. «Contra la ciencia normal», en *Crítica y conocimiento*. 1 c. Ct.

IX. EL A PRIORI HISTÓRICO Y EL CAMBIO CONCEPTUAL

La misma física debe tan provechosa revolución de pensamiento, a la ocurrencia de buscar (no imaginar) en la naturaleza, conformemente a lo que la razón ha puesto en ella y de lo cual por sí misma no sabría nada.

INMANUEL KANT

La cuestión del cambio conceptual y en verdad todo el problema de la historicidad de la ciencia conduce a planteamientos de complejidad histórica y analítica nada fáciles de afrontar. Las reflexiones histórico-analíticas que haré tratan de iluminar tanto la emergencia teórica de estas cuestiones como las dificultades que a cada paso se presentan.

1. En el "Prólogo de la segunda edición" de la *Crítica de la razón pura* Kant muestra tres casos de ciencias que advinieron al estatuto de ciencias rigurosas. Ahora bien, para la apertura de esta científicidad fue necesario, según el propio de sendas **revoluciones**. El filósofo se refiere al establecimiento de la lógica y de las matemáticas como ciencias rigurosas en la Grecia antigua, y a la fundación de la física en la ciencia moderna. *Que la lógica ha llevado ya esa marcha segura desde los tiempos más remotos. Puede colegirse, por el hecho de que, desde **Aristóteles** no ha tenido que dar un paso atrás*".¹ La lógica pudo dar este paso

1. Kant, *Crítica de la razón pura*, México, Editora Nacional, 1973, p. 18. (Trad. de Manuel García Morente).

trascendental, continúa Kant, porque ella hace abstracción de cualquier objeto de conocimiento, no toma en cuenta ninguna diferencia y, ante todo, el entendimiento está a solas consigo mismo. La lógica es la obra pura del entendimiento sobre un objeto cualquiera.

A las ciencias matemáticas y a la física le fue más difícil llegar a su objeto con toda la pureza que ello requiere, pero también lo lograron y para ello fueron necesarias sendas revoluciones. *La matemática ha marchado por el camino seguro de la ciencia, desde los tiempos más remotos que alcanza la **historia de la razón** humana, en el admirable pueblo griego. Mas no hay que pensar que le haya sido tan fácil como a la lógica, en donde la razón no tiene que habérselas más que consigo misma, encontrar, o mejor dicho, abrirse ese cambio real; más bien creo que ha permanecido durante largo tiempo en meros tanteos (sobre todo, entre los egipcios), y que ese cambio es de atribuir a una revolución, que la feliz ocurrencia de un solo hombre llevó a cabo, en un ensayo, a partir del cual, el carril que había de tomarse, ya no podía fallar y la marcha segura de una ciencia quedaba para todo tiempo y en infinita lejanía, emprendía y señalada.* (: 20-21) He subrayado las expresiones “historia de la razón” y “revolución” términos ambos que denotan la **historicidad** de los eventos aquí reseñados: el nacimiento de las matemáticas como ciencia rigurosa. Y es necesario subrayar esta **historicidad** de la emergencia de las ciencias como ciencias rigurosas a través de revoluciones por cuanto esa historicidad desaparece a lo largo y ancho de la *Crítica de la razón pura*. En efecto, para Kant los categorías y principios fundamentales del entendimiento son ahistóricos, pues constituyen un sistema *a priori* trascendental y en cuanto tal universal. Las categorías y principios se nos muestran en su validez atemporal y ajenos completamente al movimiento que los hizo aparecer en la escena histórica de los conocimientos humanos. Es decir, Kant, por un lado, presenta una atemporalidad trascendental para los conceptos *a priori* del entendimiento y las dos formas puras de la sensibilidad, por otro lado, en el famoso prólogo, pre-

senta la historicidad de tres revoluciones mediante las cuales se constituyeron sendas ciencias como ciencias rigurosas. En último término podría ser que esta doble perspectiva, aunque a primera vista sea, paradójica, no sea, sin embargo, contradictoria. De momentos lo que interesa es señalar esa doble perspectiva histórica y ahistórica. Importa destacar, como ha observado Robert Richards, que se trata de la primera vez que se utiliza el término “revolución” para aplicarlo al evento del surgimiento de una ciencia (en realidad de tres ciencias).²

Kant presenta a continuación la revolución operada en las ciencias físicas. *Cuando Galileo hizo rodar por el plano inclinado las bolas cuyo peso había él mismo determinado; cuando Torricelli hizo soportar al aire un peso que de antemano había pensado igual al de una determinada columna de agua; cuando más tarde Stahl transformó metales en cal, y ésta a su vez en metal, entonces percibieron todos los físicos una luz nueva. Comprendieron que la razón no conoce más que lo ella misma produce según su bosquejo; que debe adelantarse con principios de sus juicios, según leyes constantes, y obligar a la naturaleza a contestar a sus preguntas; no, empero dejarse conducir como con andadores.* (: 22)

Kant ha logrado enunciar varias proposiciones fundamentales con respecto al surgimiento de un campo de científicidad propiamente tal: i) no es fácil que surja el objeto propio de una ciencia en la pureza y rigor que les corresponde; ii) ese surgimiento es un acontecer histórico y conlleva una *repentina revolución en el modo de pensar (eine schnell vorgangene Revolution der Denkart* (: 22); iii) la apertura de un campo de científicidad implica un proyecto, un bosquejo que permite adelantarse mediante principios a lo que la naturaleza habrá de decir a nuestras preguntas; iv) Este bosquejo que la razón

2. Robert Richards, “El modelo de la selección natural y otros modelos en la historiografía de la ciencia”, en: Sergio Martínez y León Olivé, *Epistemología evolucionista*, México, Buenos Aires, UNAM/Paidós, 1997, p. 153).

adelanta constituye una determinación *a priori* de los objetos de estas ciencias; v) Kant invoca a Copérnico de su lado (p. 26) para decirnos que no es el sujeto el que se rige por sus objetos, sino, por el contrario, son los objetos los que se rigen por los principios *a priori* que el sujeto pone. La crítica de la razón consiste en asumir estas ideas directrices mediante las cuales sólo podemos comprender cómo es posible el conocimiento humano incluyendo en él sobre todo a las ciencias. Lo *a priori* no es sino lo que *nosotros mismos ponemos* en las cosas (:37). vi) Además de lo que el sujeto por vía del entendimiento y la sensibilidad pone *a priori* hace falta la experiencia, las intuiciones que nos son dadas en la sensación y sin las cuales nuestros conceptos serían vacíos. Kant, pues, concede al empirismo la tesis según la cual todo nuestro conocimiento comienza con la experiencia, pero, ante todo, le interesa investigar el *factum* fundamental de que, a pesar de que todo conocimiento comienza con la experiencia, *no por ello origínase todo él en la experiencia.* (:56) Hay, pues, algo en el conocimiento que no viene de la experiencia, sino que pone el sujeto en forma *a priori*; tesis con la cual Kant trasciende el empirismo. Quizá sea bueno concluir esta sección diciendo: para Kant existen ciertas condiciones *a priori* del conocimiento que son trascendentales y, en cuanto tales, universales y que son atemporales, ahistóricas, si bien la manera como cada ciencia elabora el bosquejo mediante el cual abre *a priori* su objeto es una repentina revolución que acaece históricamente. Quedémonos con esta doble tesis, pues es acerca de ellas que la reflexión va continuar para indagar cómo evolucionó esto en la historia epistemológica posterior.

La dialéctica de Hegel dinamizó la totalidad de los principios y categorías de que se vale el entendimiento y la razón humanas en el conocimiento. Hegel pensó que lo que Kant denomina antinomias obedecían meramente a un proceder abstracto del entendimiento, pero que la razón no procede así y que en realidad la razón reúne dialécticamente en síntesis superiores todo aquello que el entendimiento pone como sepa-

rado. Sobre todo, Hegel presentó detalladamente la marcha de la razón en la historia elaborando poco a poco y con mucho esfuerzo cada uno de los conceptos que el conocimiento precisa para el cumplimiento de sus fines. Esta tarea Hegel la lleva a cabo tanto en la *Fenomenología del espíritu* como en la *Historia de la filosofía*. En *La ciencia de la lógica* Hegel presenta toda esa conceptualidad que la historia de la razón nos ha dado en forma sistemática, el avance histórico de la razón se nos muestra así como una pura dialéctica de conceptos puros enlazados en su dinámica que ya no es necesariamente histórica sino el eterno despliegue de la razón. La dinámica de los conceptos y principios puede, pues, presentarse, en Hegel, como dinámica histórica propiamente tal o como dinamismo dialéctico de la razón en un sistema *sub specie aeternitatis*. La historia se subsume en el sistema de la lógica de la razón dialéctica.

Esta historicidad de la razón que presentó Hegel fue muy importante para el desarrollo ulterior de la filosofía y en las ciencias históricas, pero no tuvo la misma importancia en la epistemología que se relaciona más directamente con las ciencias naturales y formales. Más bien fue el positivismo y el neokantismo quienes mantuvieron viva la reflexión epistemológica acerca de las ciencias naturales y formales. Esta herencia del positivismo y del neokantismo es la que está presente cuando Edmund Husserl y Heidegger entran en escena.

Ahora bien, tanto Husserl como Heidegger retoman el famoso "Prólogo a la segunda edición" de 1787 de Kant. Importante, pues, detenernos en estos dos nuevos eventos de la historia epistemológica. Husserl dictó una serie de conferencias, entre 1911 y 1912, donde presenta la apertura de los campos de cientificidad de las matemáticas en Grecia y de la física en la Modernidad y luego incluye también la psicología. Estas conferencias se publicaron bajo el nombre de *Grandes problemas de la fenomenología*. Pero vuelve sobre ellas en los escritos de sus años finales publicados como *La crisis de las ciencias europeas y la fenomenología trascendental*. Escribe Husserl: *Un todo*

*puramente racional, intelectualmente inteligible en su verdad incondicionada y exclusivamente formado por verdades incondicionales, mediata e inmediatamente evidentes. Pero la geometría euclídea y, en general, la matemática antigua no conocían sino tareas finitas, un a priori finito y cerrado. En este contexto hay que incluir también la silogística aristotélica como un a priori antepuesto a todos los otros. Hasta ahí llegó la Antigüedad.*³ Nótese que, al igual que Kant, Husserl determina como *a priori* tanto la lógica como la matemática en su surgimiento en el mundo griego. Ambos están hablando de la emergencia de dos ciencias de un modo histórico pero que a la vez constituyen sus objeto de forma *a priori*. Husserl agrega que los matemáticos griegos fueron guiados por la filosofía platónica de las ideas. Esta observación es importante porque también él va a retomar el carácter ideal (*idealiter*) y *eidético* en el modo de proceder de estas ciencias.

Husserl se refiere también a las ciencias físicas modernas y denomina “mutación” con respecto al mundo griego lo que ahora en la Modernidad surge. *Se trata, ante todo, de comprender la mutación esencial de la idea y de la tarea de la filosofía universal consumada al comienzo de la época moderna con la asunción de la idea antigua.* (: 20) Luego se refiere más específicamente a la gesta de Galileo Galilei. *Partiendo de la manera, prácticamente comprensible, como la geometría ha contribuido de antiguo en una esfera legada por la tradición a una determinación unívoca del mundo circundante sensible, Galileo se dijo: allí donde un método de este tipo ha sido conseguido, hemos superado con él asimismo la relatividad de las concepciones subjetivas esencial al mundo empírico-intuitivo. Porque de este modo obtenemos una verdad idéntica y no relativa, de la que quienquiera que sea capaz de comprender y utilizar este método puede darse por convencido. Conocemos, pues, aquí algo que es en sí mismo verdaderamente, aunque sólo en el modo de una*

3. Edmundo Husserl, *La crisis de las ciencias europeas y la fenomenología trascendental*, Barcelona, Crítica, 1991, p. 21. (Traducción de Jacobo Muñoz y Salvador Mas).

aproximación a la forma geométrica ideal que funciona como polo rector, una aproximación que partiendo de lo empíricamente dado no deja de acrecentarse. (: 29) Al igual que Kant, Husserl ve constituirse la nueva ciencia matemática de la naturaleza por obra de Galileo desde una postura racional y *a priori*. A diferencia de Kant, Husserl establece un nexo histórico entre la física galileana y la antigüedad, no por el lado de la física aristotélica, sino más bien por el lado de la geometría. De acuerdo a Husserl, Galileo usa el modelo geométrico que había dado tan buenos resultados para extenderlo al mundo físico y así despegar de la pléthora sensible y abrirse a la vía de las idealidades matemáticas que resultan en leyes válidas para ese mundo físico. Husserl denomina a este **nexo histórico** una “mutación esencial”.

También Nietzsche está muy consciente del nexo histórico entre la ciencia moderna y la ciencia griega. De hecho, no he visto en ningún autor un énfasis tan fuerte en ese nexo histórico. Escribe Nietzsche:

Todos los supuestos de una cultura docta y todos los métodos científicos ya estaban allí. Se poseía el grande e incomparable arte de leer bien, es decir, el supuesto de la tradición cultural y de la unidad de la ciencia. La ciencia natural, enlazada con la matemática y con la mecánica, según el mejor de los caminos posibles, o sea, el sentido por lo efectivo, el último y más valioso de todos los sentidos, tenía su escuela. Lo esencial había sido hallado y era posible ponerse a trabajar. Es necesario decir una y diez veces más, que los métodos son lo esencial y también lo más difícil, porque ellos se oponen durante más tiempo a lo habitual, es decir, a la pereza. Lo que hoy, con indecible victoria sobre nosotros mismos, hemos vuelto a conquistar –la libre visión de la realidad, la mano circunspecta, la paciencia y la seriedad por lo más pequeño, la probidad entera del conocimiento –esto ya estaba allí, desde hacía dos milenios.⁴

4. Nietzsche (Ed. Kröner, VIII, 307), citado en Karl Jaspers, *Nietzsche*. Buenos Aires, Sudamericana, 1963, p. 261.

Desde luego, Nietzsche se refiere al período helenístico, y específicamente a la ciencia de Alejandría, donde Arquímedes desarrolla las bases de la estática utilizando la conjunción de matemática y experimento. Se sabe la gran admiración que tenía Galileo por Arquímedes.

Jacques Derrida⁵ *ha cuestionado en la filosofía de Husserl el hecho de que invente una historia a priori eidética* obviando la masa de los hechos empíricos que tiene que ver con un proceso tan complejo como el de la ciencia moderna. También llama la atención que el propio Kant en una nota a pie de página cuando habla de Galileo y Torricelli escribe: *No sigo aquí exactamente los hilos de la historia del método experimental, cuyos primeros comienzos no son bien conocidos.* (Kant, op. ct. p. 22) Es decir, que esta historia eidética o esencial o *a priori* que Husserl nos ofrece en la **Crisis** tiene su precedente en el propio Kant. Ni al uno ni al otro le interesa los detalles empíricos de esa historia sino su *eidós*, su esencia. Conviene destacar que la expresión **historia a priori** la usa el propio Husserl. Y es contra esa historia *a priori* que se pronuncia Derrida. “Kant está, pues, atento a la dimensión histórica de las posibilidades aprióricas y a la génesis original de una verdad cuya acta de nacimiento inscribe y prescribe la omnitemporalidad y universalidad”. Luego agrega: “Como Husserl, neutraliza en la misma indiferencia el contenido fáctico de esa *revolución en el modo del pensamiento*”. (Derrida, 2000, p. 28) Quizá el término historia *a priori* sea paradójico, y quizá a ello apunta Derrida. Es decir, tanto Kant como Husserl –en su apriorismo– pasan olímpicamente por sobre la masa compleja de hechos que estas revoluciones científicas implican. Es de esta misma encrucijada –Husserl y Heidegger– de donde parte Foucault y éste retome el término husserliano de **a priori histórico**.

Heidegger dictó una serie de conferencias en 1929 donde aborda la relación de la ciencia con la filosofía y comenta los

5. Jacques Derrida, ‘Introducción’ *al origen de la geometría de Husserl*, Buenos Aires, Manantial, 2000.

textos de Kant sobre la revolución que abre el campo de inteligibilidad de una ciencia. Es muy probable que Heidegger también haya conocido la teoría de Husserl, contenida en las conferencias de 1912, sobre el tema de la ciencia. Como Kant, Heidegger piensa que la ciencia depende de un proyecto, de un bosquejo, de un *a priori*. *La ciencia convierte al ente en objeto y sólo puede convertirlo en objeto mediante la proyección ontológica.*⁶ Luego continúa: *En esa proyección ontológica amojona siempre ya un campo y con ello eo ipso fija ya a una ciencia a un determinado campo y la restringe a él. Toda ciencia, en virtud precisamente de aquello que le da su esencia, (es decir la proyección), ha de limitarse a un campo.* (: 226) Es el trascender de la existencia humana la que abre campos de entes susceptibles de ser objetos de una ciencia determinada. Refiriéndose ya a la física de Galileo escribe Heidegger: *La idea de Galileo, una idea epocal, es decir, una idea que abre o marca una época, consistió en darse cuenta de que si por vía de experimento quiero interrogar a la naturaleza acerca de lo que ella es y acerca de cómo es, tengo primero que tener un concepto de qué es lo que 'entiendo' por naturaleza.* (: 200) Este concepto es un *a priori* y constituye una apertura histórica; se abre una época. Ésta es concebida como desocultamiento del ser y concomitantemente un ocultamiento. El ser se da o manifiesta "se vive en el instante". La naturaleza de la ciencia moderna es pensada desde la matemática. *El logro de Galileo, es decir, lo que Galileo hizo y escribió, consistió en una fundamentación de la Física precisamente porque lo matemático, es decir, precisamente porque la determinabilidad cuantitativa, no es para él otra cosa que una determinación o definición de la esencia de los cuerpos, como ente extenso, como ente en movimiento. La física matemática es una auténtica ciencia porque mediante el carácter de lo matemático determina de **antemano** la constitución o estructura de la índole del ser de aquello que constituye la esencia de una cosa natural, es*

6. M. Heidegger, *Introducción a la filosofía*, Valencia, Cátedra, 2001, p. 225 (Trad. de Manuel Jiménez Redondo).

decir, de un objeto de la naturaleza, es decir, de un objeto físico. (:200-201). Heidegger se remite aquí a la aseveración de Kant según la cual es ciencia sólo aquél saber contenga matemática.

Esta proyección matemática de la naturaleza la ve muy clara Heidegger, como la había visto Kant, en un pasaje de Galileo donde afirma que primero concibe con la mente: *Mobile super planum horizontale proiectedum mente concipio omni secluso impedimento, jam constat ex his, quae fusius alibi dicta sunt, illius motum aequabilem et perpetuum super ipsi planum futurum esse, si planum in infinitum extendendatur.* (“Concibo un cuerpo arrojado sobre un plano horizontal, excluido todo obstáculo, resultará entonces, de lo que en otra parte se dice en forma más detallada, que el movimiento del cuerpo sobre este plano sería uniforme y perpetuo si el plano se extendiera al infinito”.⁷ Vemos, pues, que Heidegger retoma la idea de Husserl de una fundamentación *a priori* pero histórica de la ciencia; la ciencia moderna nace del concepto mediante el cual Galileo, Descartes y Newton abren el campo de la física como proyecto matemático-experimental.

Estas reflexiones de Heidegger sobre la ciencia pertenecen al primer período; después de la vuelta (*Kehre*) se queda con la poesía y la mística, y se aleja de la ciencia. Conviene tener en cuenta que el primer Heidegger dio importancia a la hermenéutica en la cual el comprender es un modo de ser de la existencia humana y todo conocer queda incluido dentro del *comprender* (*Verstehen*). En el comprender hermenéutico también da importancia al lenguaje. El mundo se nos vuelve significativo en un plexo de significados. Pero en el último período radicaliza más aún la posición del lenguaje y, siguiendo a Humboldt, interpreta el lenguaje como apertura del mundo.

7. Heidegger, *La pregunta por la cosa*, Buenos Aires, Editorial Alfa Argentina, 1975, p. 84. (Trad. de Eduardo García Belsunce y Zoltan Szankay). Es importante tener en cuenta también el famoso ensayo de Heidegger “La época de la imagen del mundo”, en *Sendas perdidas*, Buenos Aires, Losada, 1960.

Difiere de Humboldt en el hecho de que el lenguaje no depende de un sujeto trascendental. Más bien es el lenguaje el que habla, y el ser humano se pertenece al lenguaje. El lenguaje aquí es entendido como “casa del ser”. O, como explica Cristina Lafont, el lenguaje es el *a priori* dentro de cuya apertura el mundo nos es significativo. El ser se da en el lenguaje y funge como un *a priori* sin sujeto trascendental. El ser mismo es el *a priori* desde el cual comprendemos el ente.

Alexandre Koyré siguió el curso de Husserl de 1911-1912 en el cual, como vimos, él explica sus tesis acerca de la historia *a priori*. “En Gotinga seguirá los cursos de Hilbert y Husserl. Al desplazarse a Francia actuará como uno de los eslabones de la influencia de la fenomenología de Husserl en Francia”.⁸ Beltrán nos dice también que con Koyré la historiografía de la ciencia llega a su madurez. De modo que es partiendo de la idea husserliana de la ciencia como una mutación esencial que abre un campo de inteligibilidad para una ciencia determinada como Koyré da continuidad en Francia a esta manera histórico-epocal de entender la emergencia de las ciencias. Al igual que su maestro Husserl, Koyré rechaza todo psicologismo y todo relativismo histórico o sociológico. Por eso las explicaciones externalistas (sociales, políticas o económicas) no aparecen en sus estudios de la historia de la ciencia. Especialmente rechaza con vehemencia las explicaciones materialistas que afluían en su inspiración marxista.

La convergencia entre Koyré y Husserl ha sido estudiada.⁹ Como ya hemos citado los textos de Husserl, pasemos a Koyré. De lo que se trataba no era de teorías erróneas o insuficientes

8. Antonio Beltrán, *Revolución científica, Renacimiento e historia de la ciencia*, México, Siglo XXI, 1995, p. 11

9. Godofredo Iommi Amunátegui, “La construcción de la ciencia clásica y la fenomenología. Una nota acerca de E. Husserl y A. Koyré”, Instituto de Física, Universidad de Valparaíso, Chile. (Texto tomado de la Web.) Las citas de Koyré las aporta Iommi para mostrar la convergencia entre Husserl y Koyré.)

sino de transformar el marco de la misma inteligencia; de *trastocar una actitud intelectual, en resumidas cuentas muy natural, sustituyéndola por otra, que no lo era en absoluto.*¹⁰ La interrogación que el científico hace a la naturaleza, la hace desde el presupuesto de un lenguaje con su propio vocabulario. *En cuanto a la experimentación –interrogación metódica de la naturaleza– ésta presupone tanto el lenguaje en el que se formulan sus preguntas como el vocabulario que permite interpretar las respuestas.* (Ibid., p. 3). Ese lenguaje nuevo de la ciencia galileana es, como se sabe, el lenguaje de la matemática, y, especialmente, el de la geometría. Descartes usará la geometría analítica y desde Newton, el cálculo diferencial, hasta el día de hoy. Koyré hace notar la novedad, la audacia, de Galileo Galilei de interpretar a la naturaleza en términos matemáticos; novedad y audacia que hoy ya no parecen tanto sólo porque nos hemos acostumbrado a ello. Koyré hace notar el recurso de Galileo a la física matemática y experimental de Arquímedes; su decisión de leer matemáticamente la naturaleza evoca la práctica científica de Arquímedes y la escuela de Alejandría. Esa física de Arquímedes y Galileo ¿en qué consiste? *...una física matemática deductiva y abstracta' ...física donde las leyes del movimiento, la ley de la caída de los graves son deducidas 'abstractamente', sin hacer uso de la noción de fuerza, sin recurrir a la experiencia de los cuerpos reales.* (Koyré, op. ct., p. 8) Ya hice notar que Husserl establece un nexo histórico entre la ciencia de la antigüedad y la moderna, llamando a ésta una mutación esencial con respecto a aquélla; pero Husserl ve ese nexo histórico entre Galileo y la geometría antigua, pues la física moderna es una geometrización de la naturaleza; en cambio, Koyré ve el nexo histórico entre Galileo y la física de Arquímedes. No está de más decir que ambos nexos históricos son verídicos. También Crombie ha señalado los momentos en

10. Koyré, *Estudios galileanos*, México, Siglo XXI, 1980, p. 5. (Trad de M. González Ambóu); Godofredo Iommi, p. 3.

que la Edad Media mantuvo viva la idea matemático experimental de Arquímedes, especialmente con Roberto de Grosseteste y Roger Bacon.¹¹

G. Iommi nos recuerda un texto de Husserl que dice: *A la naturaleza como factum contraponemos la Naturaleza como idea. A la naturaleza como factum se refieren las ciencias de la Naturaleza en su sentido usual (ciencias empíricas); a la Naturaleza como idea se refieren las ciencias puras de la Naturaleza: la Geometría, la teoría pura del tiempo, de los movimientos.*¹² De ahí la importancia que Kant, Husserl, Heidegger y Koyré atribuyen al papel de la geometría en la interpretación de la Naturaleza por parte de la ciencia moderna. Es la geometría la que aporta la dimensión *a priori* en la investigación de la naturaleza. Hacemos entrar los fenómenos de la naturaleza en el marco *a priori* de la ciencia matemática; tal es el proyecto fundamental de la ciencia natural moderna.¹³

Gaston Bachelard se fija en las discontinuidades, no percibe el saber como una acumulación de descubrimientos. “No hay, pues, transición entre el sistema de Newton y el sistema de Einstein. No se pasa del primero al segundo acumulando conocimientos, redoblando la atención en las medidas, rectificando ligeramente los principios. Por el contrario se requiere un esfuerzo de novedad total”.¹⁴ Koyré también se alineó

11. Crombie, *Historia de la Ciencia: de San Agustín a Galileo*. Madrid, Alianza Editorial. 1983.

12. Husserl, *Problemas fundamentales de la fenomenología*, Madrid, Alianza Editorial, 1994, p. 34. (Traducción de C. Moreno y J. San Martín); citado en Iommi, p. 9.

13. Iommi advierte que “por cierto [estas páginas, CRO] no prueban nada. Tan sólo exponen la proximidad y la lejanía de dos delicadas y sinuosas líneas en la composición de una figura diseñada en lo posible y en lo palpable”, Art. ct, p. 2. (Agradezco la generosidad del profesor Rubén Soto el haberme proporcionado esta lectura del artículo de Iommi, después de haberlo encontrado en la Web.)

14. Gaston Bachelard, *Le nouvel Esprit Scientifique*, Paris, Presses, Universitaires de France, 1971, p. 46 . (citado en Beltrán, p. 34)

en esta perspectiva de las discontinuidades. Así pues, tenemos la siguiente genealogía de las discontinuidades en la ciencia: Kant con la idea de las “revoluciones” que repentinamente instauran una nueva ciencia porque alcanzan la claridad de su objeto; Husserl con la idea de las “mutaciones esenciales” que constituyen la ciencia moderna, Heidegger con la idea de la apertura histórica epocal, Bachelard con la idea de las discontinuidades y Koyré siguiendo tanto a Husserl como a Bachelard, y Foucault siguiendo a todos ellos.

Foucault sigue a Koyré¹⁵ no sólo en esta tendencia de estudiar las estructuras de pensamiento que están detrás de las revoluciones, sino también de las discontinuidades entre una estructura y otra. En *Las Palabras y las cosas* se presentan los sistemas de pensamiento en su estricto carácter interno, sin la menor alusión a ningún factor social, económico o político. También en esto Foucault es perfectamente compatible con Koyré. En cambio, es bien claro que en la *Historia de la locura en la época clásica* sí están muy presentes los factores externos, me parece que esta presencia de factores externos la comparte Foucault con el marxismo. Éste también estaba presente en su libro anterior, después desechado, sobre *Enfermedad mental y personalidad*. Pero, en cambio, *Las palabras y las cosas* es no-marxista e incluso crítico del marxismo. Foucault volverá a introducir los factores externos inspirándose más bien en la genealogía nietzscheana, donde las ideas saltan a la escena en la emergencia de fuerzas nuevas, aunque también en este periodo vuelve de nuevo a utilizar ideas de Marx como se muestra claramente en *Vigilar y castigar*.

En Foucault, como en Heidegger, el lenguaje se da como apertura del mundo. Y es desde esa apertura histórico-epocal como abrimos un mundo para el saber. El *a priori* de que nos habla Foucault es *histórico* porque es en cada época como abri-

15. Hay una breve reseña por parte de Foucault del libro de Koyré, *La revolución astronómica*. Foucault, *Dits et écrits*, Paris, Gallimard, 1994, vol. I, p. 169-170.

mos un mundo para el saber; y es una *a priori discursivo* porque el saber se da en el lenguaje, en los textos que forman la red discursiva de una época. *A priori* histórico pero discursivo.

Por su parte, Kuhn, quien coincide en muchos aspectos con Foucault, también reconoce a Koyré como su maestro. De modo que varias de las semejanzas entre Kuhn y Foucault se explican por esta común raíz en la historiografía de Koyré. Pero Kuhn se separa de su maestro en aceptar explicaciones externalistas en las ciencias (factores sociales, económicos, tecnológicos, etc). Explicaciones externalistas que, como vimos, no están en la línea de pensamiento del historiador de la ciencia de origen ruso. Kuhn le cuestiona directamente que no tenga en cuenta las invenciones técnicas que de algún modo se entrecruzan con las investigaciones científicas. En este aspecto externalista, Kuhn está más de acuerdo con la sociología de la ciencia que iniciara en Estados Unidos Robert Merton.

Por otra parte, Robert Richards ha distinguido entre quienes ven en la historia de la ciencia una única Revolución Científica, y que es la que en la Modernidad instauro la ciencia, especialmente la física y la astronomía. A partir de ahí la ciencia marcha por camino seguro, como había dicho Kant en el famoso prólogo de 1787. Richards ubica principalmente a los historiadores de la revolución científica en este grupo, especialmente a Rupert Hall, Koyré, Gillispie, etcétera. De acuerdo a la historia que aquí venimos haciendo es obvio que es necesario ubicar en este grupo a los filósofos Kant y Husserl. El otro grupo lo denomina Richards los **gestaltistas** y se diferencian porque no admiten una única revolución científica sino *varias* revoluciones científicas. El saber se organiza en forma de **gestalt** o estructura epistémica al modo de los paradigmas de Kuhn y al modo de las *epistemai*, de Foucault; y el saber cambió por grandes discontinuidades o revoluciones, en que se abandona un marco gestáltico y se salta a otro. Richards ubica a Hanson, Kuhn y Foucault. “Los gestaltistas, sin embargo, subrayan la idea de múltiples ‘revoluciones cien-

tíficas', ninguna de las cuales logra una posición que sea más científica o más estable que las otras".¹⁶ Además, los guesaltistas rechazan la interpretación de la verdad a la que acabamos de aludir en los defensores de una única Revolución Científica. No hay un progreso hacia una verdad universal, sino que cada estructura epistémica epocal tiene su verdad; la verdad es epocal y radica en la coherencia de dicha estructura. Aquí debo hacer notar que Koyré encaja bien en el primer grupo porque concibe la verdad como un camino del hombre hacia ella, *itinerarium mentis in veritatem*. Pero, en cambio, es **gestaltista**, pues reconoce las estructuras de pensamiento epocales en que se insertan las ciencias. En cuanto a Foucault, aunque Paul Veyne dio una interpretación de la verdad como la que acaba de mencionar Richards, es discutible que sea así. Veyne interpreta a Foucault diciendo que *las futuras figuras del caleidoscopio no serán menos verdaderas que las pasadas*. Mi propia interpretación, que he esbozado en otros trabajos, es que la *episteme* en cuanto tal no es ni verdadera ni falsa, sino el campo de condiciones de posibilidad y realidad de las teorías, y serían éstas las que son verdaderas o falsas, no la *episteme*. Foucault reconoce que hay relaciones internas de la verdad y relaciones externas; éstas últimas las entiende como relación de la verdad y los poderes. En cuanto a la relación interna sólo dice lo siguiente: *Ciertamente, si uno se coloca al nivel de una proposición, al interior de un discurso, la partición entre lo verdadero y lo falso no es ni arbitraria, ni modificable, ni institucional, ni violenta*.¹⁷ En otra escala, la de las relaciones externas se puede establecer la relación entre verdad y poder. (Para este aspecto como también para el concepto de *episteme* y *a priori* histórico ver nuestro capítulo XVII).

16. Robert Richards, "El modelo de selección natural y otros modelos en historiografía de la ciencia", en: Sergio Martínez y León Olivé (comp.), *Epistemología evolucionista*, México, UNAM/Paidós, 1997, p. 156.

17. M. Foucault, *L'ordre du discours*, Paris, Gallimard, 1971, p. 16 (M.T).

En la concepción de Kuhn es distinto, porque la teoría fundamental y el paradigma son idénticos, además Kuhn sí afirma explícitamente no adherirse a un progreso que va más allá de los paradigmas, es decir, a una verdad real que se manifiesta por los paradigmas. El progreso científico es técnico; progreso en la predicción y en la exactitud.

Aquí es necesario considerar a Heidegger a quien se puede ubicar también en el segundo grupo, el de las múltiples revoluciones. Pues él defiende la idea de la apertura histórica mediante la cual se abre el campo de una ciencia determinada, como ya vimos. Ahora bien, originalmente Heidegger interpretó la verdad como desvelamiento (alethéia), aunque ese desvelamiento no se da sin un concomitante ocultamiento. Es una mirada instantánea (*Augenblick*) la que abre una época histórica y en esa mirada se ilumina por un momento la verdad del ser sobre los entes. Iluminación instantánea como el rayo de Zeus de que habla Heráclito. Iluminación que abre un campo de inteligibilidad y luego el Ser se retira y la época vive sólo de esa instantánea iluminación. Heidegger defendió esta teoría de la verdad durante mucho tiempo.

Pero Ernest Tugendhat escribió una tesis doctoral sobre la verdad en Husserl y Heidegger, y mostró que la verdad como desocultamiento no es propiamente una definición de la verdad, sino que la apertura histórica es sólo la condición de posibilidad a partir de la cual se desarrolla el saber y que la verdad pertenece propiamente a las proposiciones o enunciados como había dicho Husserl. Es importante señalar que Heidegger reconoció esta crítica y hubo de retractarse de la definición de la verdad como desvelamiento .

*En tanto se entiende la verdad en el sentido tradicional, 'natural, como la conformidad –probada en los entes– del conocimiento con los entes mismos, pero también en tanto se interpreta la verdad como la certeza del saber del ser, la alétheia, el 'desocultamiento' en el sentido de la **Lichtung**, no debe equipararse con la verdad. Más bien es la alétheia –el desocultamiento*

*pensado como Lichtung— la que garantiza ante todo la posibilidad de la verdad. Pues la verdad, al igual que el ser y el pensar sólo puede ser ella misma lo que es dentro del elemento de la Lichtung. La evidencia, la certeza de cada grado, todo tipo de verificación de la **veritas** se mueve ya con esta Lichtung imperante. Alétheia , el ‘desocultamiento’ pensado como Lichtung de lo presente, no es todavía la ‘verdad’”.*¹⁸

Concluyo: Kant, Husserl y Koyré nos hablan, pues, de una historia *a priori* en la cual se dan ciertas revoluciones científicas a partir de las cuales se instaura una ciencia. En esta concepción se evita caer en el historicismo, y la ciencia marcha hacia la verdad universal e intemporal como un *telos* que nos viene prescrito desde su origen fundacional. Kuhn, Heidegger y Foucault piensan más bien en revoluciones que instauran estructuras históricas del saber; estructuras que cambian con cada gran revolución. Hemos visto que Kuhn niega una verdad más allá del relativismo histórico de cada paradigma. Heidegger originalmente asignó la verdad a cada apertura histórico-epocal, pero vimos que luego negó esta posibilidad y resulta, como Husserl, asignando la verdad como tal a las proposiciones. En cuanto a Foucault pasa algo parecido. Paul Veyne le asigna una interpretación historicista. Pero he mostrado que se puede aplicar la misma versión que da Heidegger, o sea, que, aunque hay una apertura histórica no es ella como tal la que conlleva verdad. Y explícitamente reconoce Foucault que son las proposiciones las que pueden ser verdaderas o falsas. De todos modos, ni Heidegger ni Foucault aclaran más sobre este asunto, es decir, más allá de reconocer el hecho de que son las proposiciones las que son verdaderas o falsas no nos dicen los criterios que valdrían para establecer la verdad o falsedad de dichas proposiciones.

18. Heidegger, Martín, *Zur Sache des Denkens*, Tubinga, 1988, p.76; citado por Cristina Lafont, *Lenguaje y apertura del mundo. El giro lingüístico de Heidegger*, Madrid, Alianza Editorial, 1997, p. 209. La refere

X. TORRETTI: ACERCA DEL CAMBIO CONCEPTUAL EN LA CIENCIA

La razón no evoluciona sin razón.

JEAN PIAGET

La cuestión del cambio conceptual en la ciencia ha ocupado a los epistemólogos durante el pasado siglo XX con un énfasis que no tuvo en siglos pasados. La historicidad de la ciencia ha llegado a convertirse en una evidencia de la que casi nadie duda. No obstante, existe mucho desacuerdo en los modelos interpretativos acerca de los modos de darse el cambio conceptual. El presente ensayo trata de articular en forma sinóptica algunos importantes acercamientos que el Dr. Roberto Torretti ha expuesto en varios de sus libros y artículos acerca de este controvertido tema de la historicidad de los conceptos científicos y del modo de interpretar el cambio conceptual.

Seis hipótesis, me parece, articulan la interpretación que Torretti hace del cambio conceptual. 1. Hay cambio conceptual en la ciencia; de hecho todos los conceptos científicos están sujetos al cambio. 2. El cambio conceptual ocurre dentro de importantes parámetros de racionalidad. 3. Hay cambios rupturales. 4. Se da una combinación entre ruptura y continuidad en los cambios conceptuales. 5. No es acertado hablar de inconmensurabilidad entre un marco teórico y otro. 6. La observación se da dentro de un cierto marco categorial o urdimbre de conceptos y el cambio de dichos marcos no implica necesariamente la afirmación de inconmensurabilidad.

Peter Strawson trató de salvar un núcleo más o menos permanente de conceptos *there is a massive central core of human thinking which has no history*, (Strawson, 1959, p. 10) ya que no podía defender en su núcleo esencial el sistema categorial kantiano. Éste también se presenta como un sistema ahistórico, válido para todos los seres humanos de todas las épocas y geografías del mundo. Torretti alude a la tesis de Strawson y la rechaza explícitamente. En efecto, nos dice Torretti que no hay ningún concepto científico o filosófico que sea inmune al cambio. “No hay fundamentos conocidos para la creencia de que algunos conceptos relevantes para la ciencia sean inmunes al cambio científico”. (Torretti, 1990, p. 79). La historia así lo muestra. Esto da ocasión a Torretti a enunciar su tesis del entendimiento creador. El entendimiento humano no está equipado de una vez por todas con un sistema de conceptos, categorías o principios, sino que el entendimiento crea conceptos y principios a medida que avanza en la comprensión del mundo. Las categorías y conceptos no están dadas sino que son creadas. “La flexibilidad de nuestro entendimiento queda bien demostrada por la variedad de criterios que se traen para referirnos a la identificación de los objetos ordinarios de nuestra atención”. (1990, p. 77). Torretti, en varios trabajos, alude al hecho según el cual nada queda del sistema de conceptos kantianos, si lo confrontamos con la ciencia actual. “Como es sabido, los principios inalterables con arreglo a los cuales, según Kant, el entendimiento humano tiene que *deletrear los fenómenos para poder leerlos como experiencia* incluyen la geometría del espacio euclidiano y la cronometría del tiempo newtoniano [...] la conservación de la materia ponderable, el estricto determinismo causal y la interacción instantánea a distancia. Como también es sabido, en el primer tercio del siglo XX las teorías de la Relatividad y la Mecánica Cuántica, que siguen siendo hoy los dos pilares de la física, dieron al traste con estos principios. Era razonable considerar este hecho como una refutación práctica de la filosofía de Kant, y así lo entendieron muchos filósofos”. (Torretti, 1997, p. 30) Por lo

tanto, en lugar de equipar al entendimiento humano de una vez por todas con un arsenal de categorías, conceptos y principios, Torretti supone, con razón, que debemos pensar que todos estos son criaturas históricas del entendimiento humano. Ningún sistema categorial escapa a la historia, al cambio conceptual. Tampoco podemos decir que la razón se fije de una vez por todas en un determinado esquema científico. “Ningún sistema de pensamiento científico tiene una conexión privilegiada con la razón humana”. (1990, p. 76).

Si bien es cierto que es discutible lo que queda o no queda del núcleo esencial del sistema categorial kantiano, sin embargo, Torretti sí reconoce un hecho fundamental: la necesidad de un marco categorial, pues la observación, los datos, los hechos, sólo pueden pensarse dentro de ellos. “Contrastando la ofensiva del sensualismo moderno, Kant afirmó incondicionalmente que hacían falta conceptos y una urdimbre conceptual para meramente tener una experiencia. “Anschauungen ohne Begriffe sind blind”, dijo: ‘la conciencia sensible sin conceptos es ciega. En todo caso, es muda, pues para poder *decir* lo que se siente hay que sentirlo *como* algo, esto es hay que subsumir la intuición particular bajo un concepto universal”. (Torretti, 1994, p. 183). El empirismo lógico pretendía que la sola observación era suficiente para el avance cognoscitivo de la ciencia. En cambio, veían la dimensión no empírica de la ciencia como “acuerdo libremente estipulado por razones de conveniencia”. (Idem., p. 184). Pero en ningún caso como categorías eternas de la razón humana.

Por otra parte, Torretti también reconoce que, aunque Kant piensa el sistema newtoniano como formando parte de la razón humana, sin embargo, él no construyó un único sistema de la razón que abarcara no sólo el pensamiento científico sino también la experiencia artística y la vida moral, “éstos son pensados separadamente como esferas distintas de la razón”. (1990, p. 79).

Aceptado que existe el cambio conceptual, y que de hecho el cambio es tan radical que ningún concepto es inmune al cambio, se trata de dar una interpretación que articule la forma de darse el cambio conceptual en la ciencia. Punto que, como dije, es el de mayor discusión en la epistemología contemporánea. Una de las versiones más controvertidas del cambio en la ciencia es la de Thomas S. Kuhn, y de hecho, las tesis de Torretti están presentadas como alternativa a la forma radical en que Kuhn interpretó el cambio conceptual. Torretti no solo cuestiona la tesis de la inconmensurabilidad de los paradigmas, sino otra tesis esencial, la cuestión de la racionalidad del cambio conceptual. Originalmente, Kuhn presentó su interpretación del cambio conceptual en la ciencia como uno que incluye aspectos que se suelen considerar no-racionales. Se refirió al trabajo retórico de persuasión que los defensores de cada paradigma tienen que hacer para llevar adelante sus propuestas. Se refirió también al hecho de que el cambio que una persona da de un paradigma a otro puede asemejarse al cambio que se produce en personas que se convierten a una religión. El cambio como conversión cuasi religiosa y la retórica de la persuasión motivaron numerosas críticas a la interpretación de Kuhn. Y de hecho, tanto la idea de la inconmensurabilidad de los paradigmas como la idea de la no racionalidad del cambio tuvieron que ser cada vez más atenuadas por Kuhn. Es justo reconocer que Kuhn no afirmó que la persuasión y la conversión fueran los únicos procedimientos del cambio, ni siquiera los principales, en realidad dijo que los procedimientos racionales y el recurso a la observación y el experimento parecían no ser suficientes en el proceso de cambios revolucionarios. Dejaré la cuestión de la inconmensurabilidad para el final, y me referiré ahora a la cuestión de la racionalidad del cambio. En este punto Roberto Torretti es muy explícito y claro. De hecho dedicó un artículo al tema de la racionalidad del cambio. Escribe Torretti: "Me interesa destacar el papel decisivo que a veces ha desempeñado en tales procesos una crítica argumentativa directa de los conceptos que

están siendo transformados o reemplazados. Creo que en varias ocasiones esta forma discursiva o ' dialéctica ' de crítica ha proporcionado buenas razones para abandonar el sistema conceptual generalmente aceptado y ha contribuido significativamente a precipitar el desarrollo de otro sistema nuevo". (Torretti, 1994, p. 181). Torretti se centra en tres momentos revolucionarios de la historia de la física. Uno es el momento revolucionario que va de la física aristotélica a la física de Galileo Galilei; otro es el surgimiento de la física relativista y otro el de la física cuántica. Está claro que se trata de cambios radicales, en realidad revolucionarios.

Torretti toma como ejemplo la discusión entre Simplicio y Salviati, vocero éste de Galileo en *Dialogo sopra y due massimi sistemi del mondo*. Aristóteles suponía que cada uno de los cuatro elementos que componen la naturaleza se mueven en línea recta, pero reconoce también el movimiento circular. Ahora bien, para este movimiento circular Aristóteles supone un quinto elemento que sería el elemento del cual está hecho el cielo en que se mueven los astros. Y ese elemento es el centro del universo. Salviati afirma en el diálogo que se trata con esta tesis de la piedra angular de todo el edificio de la física aristotélica. Del hecho de que el movimiento de los astros sea circular no se sigue necesariamente que haya un único centro, sino que el movimiento circular en el orden del mundo ocurriría alrededor de múltiples centros. Salviati es enfático en afirmar que una falla en el edificio conceptual nos lleva a dudar de toda la construcción.

Un buen conjunto de ejemplos acerca de la racionalidad del cambio científico lo constituye las respuestas siempre puntuales que los fundadores de la mecánica cuántica ofrecieron a las reiteradas objeciones de Einstein. Sus experimentos mentales (*Gedankenexperiment*), por ingeniosos que fuesen, siempre fueron respondidos sobre la base firme de la matemática y la experimentación cuánticas. Uno de esos experimentos mentales es el que propone Einstein para medir con exactitud la

energía, desafiando así el principio de incertidumbre. Einstein piensa en una caja con radiación dentro de ella, en un tiempo determinado deja escapar algo de radiación. No habrá incertidumbre, continúa Einstein, si pesamos la caja antes y después de la salida de la energía. Cuando haya salido una parte de la radiación, entonces la caja pesará menos; el cambio lo mido mediante la ecuación $E=mc^2$. De ese modo tengo el total de la energía sin incertidumbre alguna. Pero Heisenberg respondió utilizando la teoría de la relatividad einsteniana. Cuando se trata de pesar se trata de comparar contra un campo gravitatorio, pero en éstos los relojes marchan más despacio, por tanto, al tratar de pesar ya estamos incluyendo el principio de incertidumbre expresada esta vez en el tiempo. No conocemos con exactitud la velocidad a que avanza el reloj antes y después de medir la caja.

Torretti distingue entre las razones que se arguyen para la superación de un sistema conceptual, como en el caso de Galileo, y otra forma de racionalidad que consiste en la “reconstrucción” racional una vez que ya los cambios rupturales han ocurrido. De esta segunda variante me ocuparé más adelante. De momento lo que importa señalar es la tesis básica de la racionalidad del cambio. Para Torretti la racionalidad no es una mera cuestión de algoritmos, sino “un logro colectivo de los hombres, y por tanto tiene que proceder de empeños encontrados. Aunque en este caso, por cierto, en contraste con otras empresas sociales, las diferencias deben resolverse *dialogon*, mediante argumentos”. (Torretti, 1994, p. 197). Torretti concluye en forma enfática: “Sostengo que para percibir la racionalidad de los cambios radicales en los conceptos de la física básica hay que entenderlos como episodios de una *historia intelectual*, la historia del pensamiento físico. El carácter intelectual de esta historia excluye los vuelcos infundados. Los nuevos modos de pensar surgen de los antiguos por autocrítica provocada por sus tendencias y dificultades intrínsecas”. (Idem, p. 204). Es bueno recordar que Max Plank trabajó dentro de los modelos aceptados de la física de su tiempo, y que le costó

muchísimo trabajo aceptar su propia revolución, la introducción del carácter cuántico o discreto de la acción de la energía. Fueron otros científicos –entre ellos Einstein– quienes le hicieron ver el carácter revolucionario de su cambio puesto que no encajaba en la física anterior.

Pasemos a la tesis que afirma el carácter ruptural de las transformaciones de los conceptos científicos. Se sabe que antes de Gaston Bachelard y la escuela epistemológica francesa y de Kuhn en los Estados Unidos, la tendencia general en la historia de las ciencias era el evolucionismo, el cual no reconoce más que cambios continuos en el devenir de la ciencia. De hecho desde Paul Tannery (1843-1904), fundador de la historia de la ciencia y discípulo de Augusto Comte (Georges Sarton), la historia de la ciencia ha sido evolucionista y continuista, como continuista era la teoría biológica de la evolución del siglo XIX, justo hasta que llega Mendel con su teoría de la herencia por caracteres discretos y De Vries con la idea de las mutaciones. Desde Bachelard y Kuhn se acentúa más bien el carácter ruptural, discontinuo y hasta revolucionario de los cambios en los sistemas conceptuales de la ciencia. Torretti afirma el carácter ruptural de las grandes transformaciones en los cambios de los sistemas conceptuales de la física, aunque como veremos no coincide con Kuhn en la discontinuidad absoluta y menos aún en la inconmensurabilidad. En este sentido Torretti critica tanto la posición del positivismo lógico como la del estructuralismo epistemológico por destacar el carácter de ente fijo e ideal de las teorías científicas. “Las teorías en ambas acepciones filosóficas, pueden yuxtaponerse como pirámides egipcias, cuyos diversos elementos pueden ponerse en algún tipo de correspondencia externa, pero no pueden tener con otras teorías una relación genética. El modelo estructuralista de las teorías es mejor que el otro, sintáctico-semántico, en cuanto da cabida a una evolución dentro de las llamadas ‘redes teóricas’ (*theory nets*) mediante el ejercicio de un genuino pensamiento científico en el desarrollo de aplicaciones. Pero no ayuda a entender las conexiones genéticas entre modos de pensar

sucesivos incorporados en distintas teorías (en la acepción ordinaria). Sólo pensando los grandes sistemas intelectuales del pasado, no reduciéndolos a huesos sin sustancia, se puede llegar a ver la razón en su historia”. (Idem, p. 205) Esta afirmación es de 1983 y fue enunciada en una conferencia en Salzburgo. En una nota a pie de página Torretti agrega que dicha afirmación se basaba en las publicaciones de los estructuralistas anteriores a 1971, y luego añade que quizá por la influencia liberalizadora de Carlos Ulises Moulines “la filosofía estructuralista de la ciencia ha llegado a ser un instrumento intelectual muchísimo más flexible y adaptable de lo que me parecía antes”. (Idem, p. 205, nota 4). De hecho, Torretti reconoce grandes transformaciones rupturales en la historia de la física, tales como la de Galileo, la de Einstein y la de la mecánica cuántica. Así de la teoría einsteniana afirma: “El desarrollo de la Relatividad Especial y general a partir de la física del siglo XIX probablemente no tiene rival como ejemplo de innovación conceptual radical estrechamente ligada a la tradición y la crítica de conceptos”. (Idem, p. 196). Asimismo, acerca de la mecánica cuántica afirma: “La nueva mecánica, a la vez que cambiaba radicalmente los conceptos de la clásica, lograba conservar sus leyes dinámicas”. (Idem, p. 202). Y en un escrito más reciente escribe Torretti: “Ciertamente, hay rupturas en la historia de la física, así como también hay genuina novedad intelectual, pero las rupturas cicatrizan porque los mismos factores que las promueven y las hacen posible contribuyen a restaurar su continuidad”. (1999, p. 422). Otra expresión que utiliza Torretti para la idea del cambio ruptural es el de “mutación”. Los cambios científicos no constituyen una sustitución de toda una arquitectura racional, como el sistemas categorial de que habla Kant, sino que se trata más bien de “un producto de la historia sujeto a mutaciones a la Darwin”. (1999, p. 423) Por otra parte, si las nuevas teorías pueden explicar aspectos que las viejas no lo hacen, entonces ni siquiera hay que elegir. “No hay nada que elegir entre lo viejo y lo nuevo si la sola experiencia *de lo nuevo supone el*

reconocimiento de fallas de lo viejo. Si el sistema anterior queda descalificado por la misma autocrítica que finalmente da a luz lo nuevo, no hace falta *comparar los* sistemas rivales: el nuevo se impone con sólo entenderlo". (1994, p. 187).

Reconocido el hecho básico de los cambios radicales en la historia de los sistemas conceptuales de la física, lo que procede es analizar la forma como es pensado el cambio. Y es aquí donde vienen las grandes diferencias con Kuhn. En efecto, la tesis central de Torretti es que se da tanto discontinuidad como continuidad en el desarrollo histórico de los cambios conceptuales en la física. Quiero hacer notar que Torretti adopta aquí una posición dialéctica, aunque no usa este apellido. Pero la descripción que hace de la combinación de continuidad y discontinuidad coincide exactamente con la descripción que hace Hegel del *Aufhebung*. Las palabras de Torretti son las siguientes: "Cada revolución conceptual de la física moderna fue llevada a cabo por personas profundamente compenetradas del modo de pensar que eventualmente abandonaron, que sus innovaciones nacieron de sus perplejidades, que cada nuevo sistema conceptual, al surgir -por autocrítica- del antiguo *lo supera preservándolo*". (1994, p. 186) Conservación y superación son justamente las expresiones con que Hegel describe su concepto dialéctico básico, el *Aufhebung*. Torretti afirma enseguida que "tal preservación toma en cada caso una forma distinta y merece por lo tanto un estudio detenido". Lo cual implica que no hay una única forma como debamos hacer la síntesis de continuidad y discontinuidad. Algunos expositores hegelianos presentarían modelos un tanto simplistas de unificar el modelo de cambio mediante la conocida tríada de tesis, antítesis y síntesis. Lo cual podría ser una forma de simplificar la complejidad de los cambios. No creo que Hegel diera una versión simplista de su dialéctica. Pero, de todos modos, es importante la observación de Torretti que acabamos de ver en el sentido de que los modos de preservación y superación necesitan ser estudiados en forma concreta y detenida para cada una de las transformaciones científicas. El modo de cambio en

los sistemas conceptuales de la ciencia los piensa, pues, Torretti a la manera hegeliana del *Aufhebung*, es decir, como superación y preservación. No es sólo en el citado artículo que Torretti afirma esta síntesis de superación y conservación. Refiriéndose a ambas teorías de la relatividad escribe Torretti: “ellas ilustran con excepcional claridad las vías en que ruptura y continuidad se combinan en la historia de la física”. (1999, p. 250).

La tesis anterior que afirma la síntesis entre continuidad y discontinuidad muestra claramente que la idea de inconmensurabilidad popularizada por Kuhn no es defendible. Ya he mencionado la idea de que la racionalidad del cambio puede ocurrir bien porque se den argumentaciones críticas que lleven a superar el sistema conceptual vigente o bien porque una vez ocurrida la ruptura ésta se cicatrice mediante la operación de tender puentes entre la vieja y la nueva teoría. “Cuando una crítica inmanente lleva al reemplazo de un esquema conceptual por otro, el vínculo que se establece entre ellos puede servir también para conectar el segundo con el primero”. (1994, p. 187) ¿Cómo ocurre esta reconstrucción de puentes racionales que establecen una mediación entre teorías rivales? Torretti da varios ejemplos. Así, desde la teoría relativista de la gravitación se han hecho interpretaciones de la mecánica newtoniana en la cual se explica la equivalencia entre masa inercial y masa gravitatoria. “En esta teoría —explica Torretti, la inercia y la susceptibilidad a la gravitación son idénticas *de iure* y no sólo *de facto* como en la versión original de Newton”. (1994, p. 193).

Es interesante notar que esta idea de los puentes que restablecen la continuidad se encuentre también en Jacques Derrida. “No creo en la ruptura decisiva, en la unidad de un ‘corte epistemológico’ como se dice a menudo hoy día. Los cortes se reinscriben siempre, fatalmente, en un viejo tejido que hay que continuar destejiendo interminablemente”. (Derrida, 1977, p. 33) Nótese que este texto está dirigido explícitamente contra la teoría de Bachelard de las rupturas epistemológicas,

y que Torretti hace su crítica a la correspondiente teoría de rupturas abismáticas de Kuhn. Por tanto, uno y otro autor están refiriéndose al mismo fenómeno histórico conceptual. Después de los cortes epistémicos el tejido textual se reinscribe (Derrida); después de las rupturas en los sistemas conceptuales, se tienden puentes que restablezcan la continuidad (Torretti).

La tesis de la carga teórica de la observación jugó un papel clave en el dismantelamiento del empirismo con su idea de la observación como tribunal supremo independiente de los conceptos puramente teóricos. La idea de la carga teórica de la observación dismantela el dualismo absoluto entre teoría y observación. Torretti está de acuerdo en la superación de dicho dualismo, pero no acepta una consecuencia muy severa que los inconmensurabilistas han aducido a partir de dicha superación. Pues de la superación del dualismo entre teoría y observación se ha concluido en la inconmensurabilidad de los paradigmas. “Esta conclusión radical es inevitable si los hechos relevantes de la observación pueden ser articulados sólo en el contexto y dentro de la perspectiva de una u otra teoría. En este caso, evidentemente, no hay *data* básica independiente con la cual la teoría pueda ser comparada”. (Torretti, 1999, p. 421). En este caso las teorías científicas serían autocontenidas, y no habría manera ni de verificarlas ni de refutarlas. Además, si las teorías son inconmensurables, como observó Dudley Shapere, entonces no hablan de la misma cosa. Y, en expresión de Torretti, “la ruptura con el antiguo sistema de conceptos traería consigo la pérdida de todas las referencias”. (Torretti, 1997, p. 30)

Como ya he señalado, Torretti rechaza la tesis de la inconmensurabilidad de los paradigmas o sistemas conceptuales opuestos basándose en la idea de que se pueden establecer puentes que restablezcan la continuidad perdida. Torretti afirma que la idea de inconmensurabilidad se basa en un malentendido. Y llama la atención para que distingamos entre las

grandes revoluciones y las minirrevoluciones. Distinción que han pasado por alto muchos comentaristas sociológicos de la tesis de Kuhn. “En la vida del pensamiento no es lo mismo que se rompa una arteria o un capilar”. (1997, p. 31)

Torretti no acepta la tesis kuhniana según la cual “después de una revolución los científicos enfrentan un mundo diferente”. (Kuhn 1962, p. 110). Nuestro autor ejemplifica esto en la teoría de las placas tectónicas, y parafrasea lo que quieren decir algunos con vivir en un mundo diferente (para el caso de esta teoría) del modo siguiente: “los geólogos abandonado la idea de ‘tierra firme’, ven los continentes deslizarse como tabloncitos de patinaje sobre el magma terrestre”. (Torretti, 1997, p. 32)

Si los conceptos científicos constituyesen un sistema tan herméticamente cerrado, entonces tendría razón Kuhn en hablar de inconmensurabilidad entre sistemas opuestos. Pero no es así. “Pues la razón humana no es tan rígida para seguir sólo un propósito y construir una máquina de una sola pieza”. (1990, p. 79) Si las teorías científicas fuesen arquitecturas herméticas, ello haría imposible el cambio. “Si nuestros sistemas categoriales fuesen completamente cerrados, no habría lugar para la invención de conceptos nuevos”. (1990, p. 76).

Ya vimos que ni siquiera Kant construyó una única arquitectura de la razón, sino que trabajó en forma diferenciada el pensamiento científico, la razón práctica y la creación artística. La tesis kuhniana según la cual vivimos en mundos diferentes antes y después de una revolución científica “es retórica y resulta de un malentendido”. (Idem, p. 88) Ese malentendido resulta de no diferenciar entre las concepciones del mundo y las teorías físicas. Como ya se vio, algunos comentaristas de Kuhn no distinguen entre macrorrevoluciones y minirrevoluciones. Por otra parte, la física aristotélica, nos dice Torretti, era parte de una concepción global de la realidad, mientras que los forjadores de la física moderna pensaron más bien en teorías físicas. “Los fundadores de la física

matemática por supuesto que abandonaron el sistema aristotélico, el cual ciertamente era una visión del mundo, no una teoría física. Pero ello no significa que hayan abandonado el mundo en el que ellos y sus contemporáneos vivían entonces”. (Id., p. 80) A diferencia de las cosmovisiones, las teorías físicas, a partir del siglo XVII, se refieren a dominios bien delimitados de objetos que recortan del entorno más amplio que solemos denominar ‘realidad’. “El sistema de Kuhn es ciertamente verdadero –y trivial– si por ‘diferente mundo’ él quiere significar justamente un peculiar dominio de la teoría revolucionaria”. (Id., p. 80) Sin embargo, Torretti agrega que incluso en esta interpretación débil se trata de un malentendido. Pues sin duda las nuevas teorías tienen su propio dominio de objetos a los cuales se aplican pero deben también incluir el dominio de la teoría superada. Es obvio que la ciencia no abandona una teoría por otra nueva, a menos que ésta pueda explicar lo que la anterior explicaba. Es el éxito de la nueva teoría con su dominio propio lo que lleva a delimitar el dominio de la antigua teoría. “Entonces, las nuevas teorías en la física matemática típicamente no desalojan a sus predecesoras excepto para ellas alojarse en su apropiado nicho epistémico”. (Id., 80) Ahora bien, agrega Torretti, esto no constituye una sorpresa, a menos que pensemos en el científico en la forma caricaturesca como lo piensa Kuhn, esto es “convirtiéndose” como si fuese un zelota religioso de un sistema de creencias a otro. Por todo ello Torretti concluye: “La sucesión de las teorías científicas no son mutuas e incompatibles visiones de la realidad (como si fueran *Weltanschauungen*), sino una pluralidad de interrelacionadas tentativas de concebir aspectos definidos, o al menos partes de ellos, por medio de sistemas intelectuales con fines limitados”. (Id., 81) Los científicos del siglo XVII no pensaron sus teorías científicas con las ambiciones de una enciclopedia. De hecho, Torretti enfatiza que los científicos modernos crearon un nuevo modo de pensar más delimitado que es lo que constituye una teoría física. (Id., p. 78).

Torretti recurre a otro argumento como uno de los modos de continuidad entre sistemas conceptuales opuestos. Se trata del recurso al lenguaje común. "Las teorías físicas captan sólo un aspecto abstracto e idealizado de la vida, pero el físico se está refiriendo todo el tiempo a otros aspectos menos decantados, mas no por ello menos objetivos". (Torretti, 1997, p. 34) De lo que se trata aquí es del hecho de que el científico usa en el laboratorio un lenguaje que no es otro que el lenguaje corriente. Las teorías científicas se refieren a aspectos abstractos e idealizados de lo real que el estructuralismo epistemológico denomina "estructura matemática", pero la aplicación de dicha teoría se refiere a ciertos "aspectos de la realidad vivida que se pretende concebir como modelos de dicha especie de estructura". (Idem., p. 34; también 1990, p. 80). Ahora bien, "tiene que haber una forma extrateórica de referirse a dicho fragmento o aspecto para siquiera designarlo como candidato a modelo de la teoría". (1997, p. 34) Finalmente, "La insuficiencia de la teoría vigente, la anomalía que provoca la ruptura, sólo puede señalarse en un lenguaje parateórico que constituye, a la vez, un factor de continuidad". (:35).

Junto al argumento del lenguaje corriente como factor de continuidad, Torretti alude al hecho de que las teorías científicas suponen un mundo o "realidad" que constituye nuestro entorno (el de los seres humanos pero también el de los científicos). "Todo campo especial de investigación debe además ser accesible al mismo entorno general de la vida humana". (1990, p. 80) Y luego agrega: "El entorno es aquí como un turbio océano uniendo las brillantes islas de la teoría". (Id., 81).

Un último argumento a favor de cierta continuidad, además del lenguaje corriente, lo aduce Torretti recurriendo al hecho, bien conocido en la ciencia, de la mutua referencia de las teorías, los vínculos que mantienen unas con otras. La física desde Galileo forma un continuo a pesar de "todas las variaciones en sus conceptos y métodos". (:35) Esta física moderna "se relaciona de modo bien definido con otras teorías",

pues en el núcleo mismo de toda teoría física hay “una especie de estructura matemática”. (:35) Las teorías físicas forman una “red inextricable de estructuras”. Torretti concluye: “Así, frecuentemente, el mismo factor que ha hecho posible la ruptura innovadora ha permitido precisar el vínculo intelectual entre lo que había antes y lo que vino después, y tomar conciencia de la continuidad que las une”. (:35).

En síntesis, Roberto Torretti ha dedicado especial atención al problema epistemológico del cambio en los sistemas conceptuales de la ciencia física. Afirma explícitamente que todos los conceptos están sometidos a cambio. Interpreta el cambio en los marcos teóricos de la física como una síntesis de continuidad y discontinuidad; síntesis que evoca sin duda alguna la tesis hegeliana del *Aufhebung*. Torretti difiere de Kuhn no sólo en la idea de esta síntesis de continuidad y discontinuidad, sino también en el énfasis en el hecho de que los cambios teóricos se hacen mediante una dialéctica argumentativa racional y, sobre todo, en el rechazo de la idea de la inconmensurabilidad de los paradigmas. La racionalidad de los cambios puede darse como parte de la crítica superadora de las antiguas teorías o como puentes que se establecen en la reconstrucción de teorías una vez se ha producido la ruptura. Considera que el lenguaje corriente es un poderoso factor de continuidad entre sistemas conceptuales opuestos y resalta el hecho de que tanto los seres humanos –como el científico– nos referimos a un entorno, del cual la ciencia recorta sus objetos; y, finalmente, considera que la física moderna forma un continuo en el que las teorías se relacionan en forma inextricable.

Las tesis de Torretti difieren amplia y profundamente de la interpretación de Kuhn del cambio en los sistemas conceptuales de la ciencia. Con respecto a Gaston Bachelard, me parece que la posición de Torretti no se encuentra muy alejada. Me refiero específicamente al hecho de que tanto Bachelard como Torretti piensan en la ciencia moderna como una trayectoria única desde Galileo hasta la mecánica cuántica; trayectoria

que, sin embargo, sí constituyó una ruptura con respecto a la concepción del mundo tanto antiguo como medieval. De hecho, una vez ubicados dentro la ciencia moderna, Bachelard se arriesga a aceptar la tesis del progreso científico. También concuerda Torretti con Bachelard en la racionalidad del cambio conceptual en la ciencia. Bachelard escribió dos clases de obras; una serie de estudios histórico filosóficos acerca de la ciencia contemporánea; y otra serie de estudios de poética. En los primeros destacó la racionalidad del espíritu humano, y dejó los aspectos no racionales de la mente para sus estudios de poética.

REFERENCIAS

Gaston Bachelard, (1975) *La actividad racionalista de la física contemporánea*, Buenos Aires, Siglo Veinte.

Jacques Derrida (1977), *Posiciones*, Pre-textos, Valencia. (Traducción de M. Arranz).

Tomas s. Kuhn, (1962), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, Chicago University Press.

Georges Sarton, (1968), *Ensayos de historia de la ciencia*, México, Uthea.

Roberto Torretti, (1990) *Creative Understanding. Philosophical reflections on Physics*, London and Chicago, The University of Chicago Press. (Las citas de esta obra son traducción mía).

_____ “La crítica de conceptos en las ‘revoluciones’ de la física”, (1994), en: *La geometría del universo*, Mérida, Universidad de los Andes, Consejo de Publicaciones. La publicación original de este artículo es de: (1984) “La crítica de conceptos en las revoluciones de la física básica”. *Revista latinoamericana de Filosofía*, (10, p. 25-41). (He citado de acuerdo a la publicación de 1994).

_____ (1997) “Ruptura y continuidad en la historia de la física”, *Revista de Filosofía. Universidad de Chile*, Vol. XLIX-I, p. 29-43.

_____ (1999), *The Philosophy of Physics*, Cambridge, Cambridge University Press. (Las citas de esta obra han sido traducidas por mí).

XI. LENGUAJE TEÓRICO/ LENGUAJE OBSERVACIONAL

Intuiciones sin conceptos son ciegas; conceptos sin intuiciones son vacíos.

IMMANUEL KANT

Antes de entrar en la discusión acerca de la carga teórica de la observación, tomemos algunas definiciones básicas que nos trae M. Bunge. La observación, nos dice este autor, es el procedimiento empírico básico, pues tanto la medición como el experimento la suponen¹. «El objeto de la observación es un hecho actual. El producto de la observación es un **dato**», el cual, a su vez, se expresa en enunciados singulares o existenciales que comunican algunos rasgos del resultado de la acción de observar. La ciencia no comienza con datos, sino con problemas. Los datos científicos es necesario producirlos; no son algo dado. El sonido es perceptible; pero decir que el sonido consiste en ondas es una hipótesis. Un **hecho** «es cualquier cosa que tiene lugar en el espacio tiempo». (:718) **Proceso** es una secuencia de hechos en orden temporal y espacial. **Fenómeno** es un hecho o proceso tal como es experimentado por los seres humanos en cuanto sujetos percipientes.

La **observación** es una percepción atenta, intencionada e ilustrada. Deliberada porque se hace con un propósito determinado. El objeto de la percepción es un hecho del mundo interno o externo al observador. La experiencia es una transacción entre dos sistemas concretos, el que percibe y lo perci-

1. Mario Bunge, *La investigación científica*, edición citada, p.

bido; organismo y mundo. La percepción es selectiva e interpretativa. El percipiente tiene la percepción X de Y objeto en determinadas circunstancias.

“La **observación científica** es un modo refinado de aprehender el mundo perceptible y de poner a prueba nuestras ideas sobre el mismo, está influenciada por el conocimiento científico y puede ser indirecta o directa, precisa o errada, pero como sus resultados son públicos, puede contrastarse y corregirse mediante el trabajo de un especialista cualificado”. (: 729).

Bunge define también el concepto de *observabilidad*: *un hecho es observable sólo si existen por lo menos un sujeto, un conjunto de circunstancias, y un conjunto de instrumentos de observación.*» (:730) La observación científica es de carácter público o intersubjetivo. La relación entre observación y realidad la presenta Bunge del siguiente modo: *Si una cosa es observada efectivamente con ayuda de instrumentos empíricos, entonces puede adelantarse la hipótesis de su existencia física.* (:732)

Desde el **empirismo** se ha supuesto que hay observaciones directas y que en cuanto tales no nos llegan marcadas por ninguna teoría. La observación se daría libre de toda teoría. Así, David Hume escribe: *Las percepciones o impresiones y las ideas simples son tales que no admiten distinción o separación. Las complejas son las contrarias a éstas, y pueden descomponerse en partes. Aunque un color, un sabor, un olor son cualidades unidas todas juntas en esta manzana, es fácil percibir que no son la misma cosa, sino que son distinguibles la una de la otra.* ²

Uno de los grandes méritos de **Kant** fue precisamente mostrar que sin conceptos las intuiciones son ciegas; aunque también sin intuiciones los conceptos son vacíos. Para Kant el sujeto cognoscente posee dos tipos de formas *a priori*: las intuiciones *a priori* de la sensibilidad (que son el espacio y el

2. David Hume, *Tratado de la Naturaleza humana*. ed. ct.

tiempo), y los conceptos *a priori* del entendimiento (las categorías). Los datos del mundo externo son elaborados dentro de la estructura *a priori* del entendimiento y la sensibilidad. Lo que llamamos **experiencia** es resultado de esta transacción entre las intuiciones empíricas que nos vienen del mundo externo y la estructura *a priori* del entendimiento y la sensibilidad. Todo conocimiento se produce, de acuerdo a Kant, dentro de esta transacción o experiencia: intuiciones iluminadas por una estructura *a priori*. La razón sola no puede producir conocimientos. La razón sola se extravía en nebulosas metafísicas. La experiencia es el límite normal del conocimiento humano; más allá de la experiencia no hay propiamente hablando conocimiento. Más allá de la experiencia la razón produce ideas, pero no conocimientos. La naturaleza del conocimiento humano es empiriológica: unidad de intuición empírica y estructura *a priori* del entendimiento y la sensibilidad. De acuerdo a la tesis de Alvaro López Fernández³, Kant admite **juicios de percepción** que no necesariamente pasan por el sistema categorial del entendimiento; son juicios subjetivos. El juicio de percepción se relaciona con nuestras sensaciones e implican vecindad espacio-temporal. La sucesión que se da entre juicios de percepción es sucesión entre sensaciones. Por ello no representan el orden objetivo del tiempo, sino su orden subjetivo. Los juicios de percepción pueden convertirse en juicios de experiencia. Estos sí son objetivos y en ellos actúa ya el sistema categorial *a priori*. Los juicios de experiencia valen para una conciencia general. Un ejemplo de juicio de percepción es: ‘cuando cargo un cuerpo, siento una presión del peso’. Este juicio subjetivo se convierte en el siguiente juicio de experiencia; ‘El cuerpo es pesado’.

El **positivismo lógico** regresó al discurso empirista con su idea de la observación neutra y directa, independiente de toda teoría. “Dieron por hecho que la experiencia es incontro-

3. Alvaro López Fernández, *Conciencia y juicio en Kant*, Río Piedras, 1998.

vertible y que el conocimiento de lo dado directamente en la experiencia sensorial es un conocimiento cierto, por esto, los términos que se refieren a entidades y a eventos directamente observables adquieren su significado de manera clara y no problemática, pero sobre todo de manera unívoca.⁴

Dada la primacía del lenguaje observacional, el empirismo lógico tuvo que plantearse la cuestión del significado de los términos teóricos. Esto implica que el empirismo lógico se movía en una dicotomía cuasi-absoluta: lenguaje de observación/ lenguaje teórico. Frente a términos observacionales como “rojo”, “madera”, se enfrentaban otros conceptos teóricos como “electrón”, “gene”, “campo de fuerzas”, etcétera. La base de nuestro conocimiento está en la seguridad de la experiencia inmediata y por ello el lenguaje observacional no es cuestionado; se da por sentado como base del conocer y fuente de validación de las teorías científicas factuales. En cambio, el lenguaje teórico solo juega un papel auxiliar en la ciencia. La cuestión es, entonces, explicar el vínculo entre el lenguaje observacional y el discurso teórico.

P.W. Bridgman, en 1927 escribió *The Logic of Modern Physics*, y defendió una teoría operacionalista del significado. “Todo término científico con significado debe ser o bien exhaustivamente definible en términos de un concepto específico y no ambiguo de operaciones posibles, o bien ser él mismo un término que denote una de tales operaciones”. La definición de **longitud** sería la serie de operaciones físicas mediante las cuales determinamos la longitud de los objetos. Ahora bien, como han señalado los críticos, no todos los conceptos científicos pueden definirse mediante el método operacionalista. Originariamente se suponía que la definición operacional habría de hacerse mediante instrumentos; pero luego se admitie-

4. León Olivé y Ana Rosa Pérez Ransanz, “Introducción” a: *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*, México, Siglo XXI/ Universidad Nacional Autónoma de México, 1989, p. 12-13.

ron definiciones en la forma de operaciones “ verbales” y hasta “mentales”, con lo cual se admitían formas de definición que la tesis operacionalista original hubiera declarado carentes de significado.

Rudolf Carnap también hizo el abordaje del tema del lenguaje teórico y el observacional. Fue uno de los grandes defensores de un lenguaje observacional directo, no problemático. *El lenguaje teórico contiene términos que pueden referirse a eventos, o a características o rasgos de ellos, no observables, por ejemplo ‘micropartículas’ como los electrones. Partiendo del lenguaje de observación podemos trazar una línea de demarcación entre lo que tiene sentido y lo que no lo tiene. Sentido sólo tienen las proposiciones que de alguna manera precisa están correlacionadas con el lenguaje observacional. En cambio, el discurso de la metafísica queda excluido por no tener relación con el lenguaje de observación. Carnap supone que podemos establecer reglas de correspondencia para correlacionar el lenguaje teórico y el observacional. El lenguaje teórico en cuanto tal supone una estructura lógico-matemática no interpretada. Las reglas de correspondencia deben poder establecer la relación con las observaciones. Usamos, pues, un modelo más concreto para interpretar la estructura lógico-matemática de la teoría y así aplicarla al mundo empírico. De esto resulta un concepto de “significado relativo” . “El significado de un término será relativo al lenguaje observacional con el que se conecta por vía de las reglas de correspondencia, así como relativo a las relaciones que tenga con otros términos teóricos según lo indiquen los postulados, también es relativo al lenguaje teórico y al conjunto de la teoría en que aparece”. (L. Olivé/ Pérez Ransanz: p. 16)* Carnap establece que existen dos modos de introducir conceptos en las teorías científicas: una es por medio de postulados básicos y otra por extensión del lenguaje observacional. Esto último lo ejemplifica en los conceptos disposicionales.

De acuerdo a Carnap los términos disposicionales ocupan una posición intermedia entre el lenguaje teórico y el

observacional, pero está más relacionado con este último. Incluso propone que el lenguaje observacional incluya los términos disposicionales. Un término disposicional es el que describe cosas o clases de cosas “ cuando la condición S se cumple para la cosa o su entorno, el evento R le ocurre a la cosa. En este caso decimos que la cosa tiene la disposición de reaccionar ante S con R, o para ser breve, tiene la disposición DsR ”. (Carnap, en Olivé y Pérez R.: 99) Por ejemplo, la elasticidad es un término disposicional. Pues una cosa se la denomina elástica si se deforma ligeramente y luego se relaja recuperando su forma original.

En un trabajo posterior –“Teoría y observación” (1969)– Carnap retoma la cuestión de la diferencia entre términos teóricos y términos observacionales después de la crítica a dicha distinción llevada a cabo por la nueva filosofía historicista de la ciencia (Hanson, Kuhn, Feyerabend, Toulmin, etc.). Esta vez Carnap acepta la tesis de que la observación conlleva una cierta carga teórica. Pero, por otra parte, insiste en rechazar las consecuencias escépticas que algunos han extraído de la tesis de la carga teórica de la observación. La consecuencia escéptica estaría en afirmar que no podemos validar empíricamente las teorías científicas. Algunos han afirmado que si las teorías producen sus propios datos, entonces la validación empírica sería circular. Carnap, en cambio, defiende que existe auténtica contrastación empírica de las teorías científicas. Defiende la siguiente tesis: “El significado y la validez de los enunciados de observación no están, en general, determinados por la teoría que esos enunciados pretenden probar; y, en consecuencia, tales enunciados pueden ser utilizados, sin una circularidad viciosa, para establecer la adecuación fáctica de la teoría”. (Nagel, en: Olivé/Pérez: p. 37) Nagel afirma también que la diferencia entre lenguaje teórico y lenguaje observacional es funcional. Esto significa que tal distinción es relativa a los distintos contextos de investigación. Hay varias funciones que juegan los términos cuando se usan en sentido observacional: identificar objetos o procesos espacio-

temporalmente situados; clasificación de los mismos; descripción de instrumentos para la observación y experimentación. En cambio, los términos que juegan un papel teórico dentro de un contexto tienen como función la codificación de conceptos e idealizaciones y servir de enlace en las secuencias deductivas de una teoría.

Carl Hempel escribió el artículo “El dilema teórico” (1958). Se planteó la cuestión de la finalidad de los conceptos teóricos, si lo que interesa a la ciencia es la predicción y explicación utilizando siempre ‘observables’. Plantea la cuestión de si en última instancia podemos prescindir de los términos teóricos. Hempel enuncia el dilema teórico, también denominado dilema de Craig, del siguiente modo: Si los enunciados de una teoría científica cumplen su cometido pueden ser reemplazados por sus aspectos observacionales, y si no los cumplen son innecesarios. En última instancia Hempel se opone al dilema teórico, pues piensa que se basa en una premisa falsa. “El único propósito de una teoría es el de establecer conexiones deductivas entre enunciados observables”. En realidad, continúa Hempel, las teorías también cumplen con la finalidad de explicar y predecir, y no meramente la de calcular.

“A finales de la década de los cincuenta, pero sobre todo en la de los sesenta, el supuesto básico de que es posible la observación pura y de que existe un lenguaje observacional neutral, independiente de las teorías, fue blanco de un severo ataque por parte de diversos especialistas, entre los que destacan Hanson, Toulmin y Feyerabend. Este ataque recibió un vigoroso impulso a partir de la obra de Kuhn”. (Olivé/ Pérez: p. 20) Hanson en *Patterns of discovery* (1958) considera simplista lo que el empirismo lógico sostiene acerca de la observación en la ciencia. Utiliza el ejemplo de Ticho Brahe y Kepler. En cierto sentido uno y otro ven lo mismo: un disco blanco brillante y el incremento de la distancia entre el disco y el horizonte. Pero Brahe defiende que la tierra está fija y Kepler sostiene que la tierra se mueve y que el sol está fijo. La pregunta

es si ambos ven lo mismo. Hanson considera que hay otro significado de “ ver”, y en este otro significado podemos decir que no ven la misma cosa, a pesar de que visualmente tienen la misma percepción. Se trata pues de analizar cuál de estos dos significados de “ ver” es más pertinente para la ciencia. Lo importante para la ciencia es el ‘ver como’, pues este ver se hace relevante en las discusiones acerca de los cambios de conceptos científicos y en las situaciones de desacuerdo. Para Ticho Brahe contemplar el amanecer es ver que el sol inicia su viaje desde un punto del horizonte hasta otro. Para Kepler, con una estructura conceptual muy diferente, ver el amanecer es ver que el horizonte se aparta del sol, se sumerge. Según Hanson la diferencia que hay entre el ascenso del sol y el descenso del horizonte se debe a la diferencia en lo que Brahe y Kepler creen saber. “Visión y conocimiento son elementos indispensables del ver” afirma Hanson. “En cierto sentido, entonces, la visión es una acción que lleva una ‘carga teórica’”. O como sintetizan León Olivé y Ana Rosa Pérez: “La observación es una amalgama de imágenes y **lenguaje**, de sensaciones visuales y conocimiento”. (:22)

Hanson relaciona también observación y lenguaje. “ El lenguaje o las notaciones usadas”. (:238) En la visión intervienen aspectos lingüísticos, a pesar de que la imagen que se forma en la retina no contiene nada lingüístico. Es el lenguaje el que hace significativo para el conocimiento todo lo que percibimos. Es con el lenguaje que hablamos de percepciones significativas. Las descripciones de las cosas que percibimos y de su sentido las expresamos en enunciados. Las imágenes no son verdaderas ni falsas. Sólo cuando expresamos lo que percibimos en enunciados, entonces podemos considerar a estos verdaderos o falsos. “Nuestras sensaciones visuales pueden ser ‘expresadas’ en formas lingüísticas”. (: 247) Y es de este modo como podemos apreciarlas para nuestro conocimiento. Los objetos, sucesos, imágenes, no poseen significado intrínseco. Es insertándolas dentro de un lenguaje como se tornan

significativas y constituyen observación y conocimiento. El lenguaje no es copia de lo real. “Nada hay en la palabra OSO que exponga la forma del oso”. (:250) Narrar con el lenguaje es muy diferente de representar o pintar.

Anna Estany concluye acerca de la teoría de Hanson: “Si por ‘cargado de teoría’ se quiere indicar que cualquier observación está condicionada por un aparato conceptual, tiene razón Hanson, pero esto es trivial. Si Hanson quiere ir más lejos (como parece que es el caso) y por ‘cargado de teoría’ quiere indicar que no es posible la observación neutra e intersubjetiva, que el conocimiento sistematizado que se nos ofrece bajo la forma de teorías no tiene fundamentación empírica abocando así a un cierto relativismo, entonces, tenga o no razón, se necesitan argumentos más potentes que los expuestos por Hanson”.⁵

Sobre la misma línea de pensamiento de Hanson continúa Thomas S. Kuhn. Considera la cuestión dentro de su teoría de los paradigmas como modo de funcionamiento ‘real’ de la ciencia. “Cuando cambian los paradigmas el mundo mismo cambia con ellos”. “Durante las revoluciones los científicos ven cosas nuevas y diferentes al mirar con instrumentos familiares en lugares en los que ya habían buscado antes”. (). Galileo vio un péndulo donde los aristotélicos veían un cuerpo que caía en forma obstaculizada. “Aunque el mundo no cambia con un cambio de paradigma, el científico trabaja en un mundo diferente después del cambio”. Para Kuhn el cambio de paradigmas se puede ilustrar a base de lo que los psicólogos denominan cambio gestáltico. Kuhn concluye que hasta ahora no se ha elaborado un lenguaje puro de observación, y es dudoso que se pueda llegar a ello.

También **Feyerabend** defiende la tesis según la cual no existen observaciones puras y neutras, libres de teoría. Propo-

5. Anna Estany, *Introducción a la filosofía de la ciencia*, Barcelona, Crítica, 1993, p. 108-109.

ne elaborar teorías alternativas que desafíen a las teorías aceptadas. “La adecuación empírica sólo puede establecerse después de que haya sido confrontada con alternativas cuya invención y desarrollo detallado, por consiguiente, debe preceder a cualquier juicio final sobre el éxito práctico y adecuación empírica”. Feyerabend rechaza la concepción empirista de la experiencia; también repudia la tesis según la cual los enunciados de observación contienen el núcleo de hechos firmes e inalterables por lo cual tienen también un significado muy especial.

Feyerabend denomina concepción pragmática de la observación la que afirma que los enunciados de observación significan de acuerdo al “uso”. También repudia la idea fenomenológica según la cual el significado está determinado por lo inmediatamente dado. En cambio, defiende una teoría pragmática de la observación: los enunciados observacionales tienen un lugar especial, no por su significado, sino por “las circunstancias de su producción”. Cada teoría supone su propia experiencia. Las observaciones no juegan el papel de juzgar teorías, y, por ello, se requiere una pluralidad de teorías para que se sometan a crítica entre sí. No hay enunciados de observación universalmente aceptables. La selección de teorías no se realiza teniendo en cuenta tanto los enunciados derivados de las situaciones de observación como las interpretaciones de las teorías.

Dudley Shapere nos trae algunos usos interesantes del término “observación” en la ciencia. Considera extensamente el ejemplo de los neutrinos. Alguien dijo alguna vez que nunca podíamos “observar” el centro del Sol. Pero hoy los astrofísicos afirman que mediante los neutrinos podemos ‘observar’ el centro del Sol. “Para ver el interior de una estrella no conocemos ninguna otra manera que no sea por medio de neutrinos”. Por tanto, es necesario notar el uso que el astrofísico hace del término “observar”. Shapere concluye que lo que cuenta como “observación” es una función del estado prevaleciente de conocimiento acerca del mundo físico, y puede cambiar conforme

cambia dicho conocimiento”.⁶ Aunque en cierto sentido la frase citada, según la cual podemos observar el centro del Sol no deja de tener un cierto aire paradójico, sin embargo, no es menos verdad que el científico está haciendo un uso no arbitrario del concepto de ‘observación’. Lo importante aquí, nos dice Shapere, es que la información opera mediante complejos dispositivos. “La información es transformada por dispositivos apropiados en información accesible a los seres humanos, la cual (eventualmente) es percibida (y usada apropiadamente como información) por los seres humanos”. (Ibid. p. 509) Así pues, la forma de hablar del neutrino “es característico del modo que el científico usa el término ‘observación’.” Una de las conclusiones más destacadas de Shapere es que la ciencia va dejando de lado la percepción sensorial tal como ocurre en la vida ordinaria y la va sustituyendo por complejos dispositivos de información. La percepción ordinaria se va mostrando cada vez más poco fiable para los propósitos de la ciencia; conclusión a la que había llegado Descartes en el siglo XVII. La ciencia se preocupa por la observación como una forma de buscar evidencia. La percepción ordinaria es poco fiable. Por eso la ciencia ha de buscar esa evidencia con dispositivos más sofisticados.

Ulises Moulines reconoce el hecho de que no hay una diferencia absoluta entre términos teóricos y términos observacionales, como también reconoce que no hay una base empírica universal e independiente de las teorías. Moulines distingue entre términos teóricos y no-teóricos, pero esta dicotomía no coincide con la vieja distinción entre lo teórico y lo observacional. Se trata de dos dicotomías diferentes. Un concepto es teórico dentro de la estructura de cada teoría. Un concepto es teórico si “su extensión no puede determinarse sin suponer la validez de las leyes de la teoría”. (Olivé/Pérez: p. 43). Pero las teorías, por lo general, contienen términos que toma prestados de otras teorías científicas; a estos términos

6. Dudley Shapere, “El concepto de observación”, en: Olivé y Ana Rosa Pérez Ransanz, op. ct. (p. 488)

prestados los denomina no-teóricos, con respecto a la teoría que los incorpora. Moulines propone la tesis metaempírica según la cual *todos los términos no-teóricos de cualquier teoría científica están esencialmente ligados a algunos términos de otras teorías*". Lo cual supone que todos los términos son teóricos con respecto a alguna teoría. También en lo que nos dice Moulines el distingo entre teórico y no-teórico es funcional y relativo.

León Olivé y Ana Rosa Ransanz concluyen acerca de esta diferencia entre el lenguaje observacional y el no-observacional: "lo teórico no necesariamente es inobservable, ni lo observable es no-teórico. Así, no resulta fructífero plantearse la dicotomía teórico/observacional como una pareja excluyente de opuestos que pudieran llegar a establecerse con criterios unívocos y bien definidos, e inducir así una distinción exhaustiva, absoluta e inmutable". (p: 45)

Harold Brown rechaza que las teorías científicas sean autocontenidas o que creen sus propios datos o que sean las teorías las que determinen lo que percibimos. "Los objetos de la percepción son resultado de las aportaciones *tanto* de nuestras teorías *cuanto* de la acción del mundo exterior sobre nuestros órganos sensoriales. Debido a esta doble fuente nuestros perceptos los objetos pueden verse de muchas maneras diferentes, pero no se sigue que un objeto dado pueda verse de cualquier manera en absoluto".⁷ El material sobre el cual actúan nuestras teorías no es neutro, ni la percepción es pasiva. Más bien "damos forma a nuestros perceptos a partir de un material ya estructurado pero aún maleable. Este material perceptual sea lo que fuere, servirá para limitar la clase de constructos posibles, sin imponer un único percepto". (Ibid., p. 122).

7. Harold Brown, *La nueva filosofía de la ciencia*, Madrid, Tecnos, 1983, p. 121

Kant nos decía que las intuiciones sin conceptos son ciegas, es decir, que nuestra percepción está estructurada desde nuestro *a priori* trascendental. Pero Kant reconocía también que los conceptos sin intuiciones son vacíos, es decir, que sin la data empírica nuestras concepciones teóricas no servirían de nada y se perderían en una metafísica expansionaria sin base en la realidad. La teoría de Kant no desprecia para nada la otra fuente de nuestro conocimiento, la fuente empírica. La limitación de Kant es haber pensado el sistema categorial en forma ahistórica. La historicidad de nuestras categorías de conocimiento está fuera de duda. Conceptos y perceptos se fecundan mutuamente en cada momento de la historia de una cultura.

XII. LA EXPLICACIÓN CIENTÍFICA

*Prefiero encontrar una nueva causa (etiología)
que alcanzar la dignidad de un rey
persa.*

DEMÓCRITO DE ABDERA

En este capítulo veremos, primero, una breve exposición de la teoría nomológica de la explicación científica; luego, algunas críticas sobre la misma y, finalmente, apreciaremos otras formas de explicación tanto en las ciencias naturales como en las ciencias humanas.

Lo primero que es necesario señalar es que hay una diferencia entre quienes se sitúan abiertamente defendiendo que la ciencia tiene fuerza explicativa y rechazando aquellas teorías instrumentalistas que niegan a las teorías científicas el poder explicativo y las circunscriben a un instrumento útil para la predicción y el cálculo. Hay, pues, una diferencia profunda entre instrumentalismo y racionalismo. Popper se ubica en una posición intermedia entre lo que él denomina esencialismo y el instrumentalismo. El esencialismo —específicamente plato-aristotélico— piensa que el conocimiento humano llega hasta la esencia de las cosas. El instrumentalismo niega esta fuerza *eidética* (esencializadora) del conocimiento humano. Popper piensa que, aunque no llegamos a la esencia de las cosas, sin embargo, la ciencia sí tiene fuerza explicativa y no meramente predictiva. Esto es, aunque no lleguemos a la esencia de las cosas, nuestras teorías científicas algo dicen de la realidad y, por eso, tienen potencia

explicativa. Según Popper el esencialismo cree en explicaciones últimas de las cosas. Popper rechaza dicha pretensión. Pero acepta el alcance explicativo de la ciencia sin pretender que nos acerquemos a la esencia y la verdad última, aunque algo digamos de lo real. Este punto de partida es importante pues es lo que le permite a Popper adentrarse con más detalle en lo que es la explicación científica.

El modelo de explicación científica que se sigue comúnmente es en realidad el modelo nomológico deductivo que se convirtió en el modelo tradicional a la hora de abordar el tema de la explicación científica en los tratados de filosofía de la ciencia. Se trata de un modelo común de explicación científica. Este modelo ha sido relativamente poco criticado y sigue vigente en quienes defienden el aspecto explicativo de la ciencia. ¿En qué consiste el modelo nomodeductivo de explicación científica? Básicamente en lo siguiente. Explicar científicamente un hecho es poder deducir ese hecho, junto con condiciones iniciales, de un conjunto de leyes e hipótesis científicas. Se trata, pues, de subsumir un hecho bajo una ley general. “Dar una explicación causal de un acontecimiento quiere decir deducir un enunciado que lo describe a partir de las siguientes premisas deductivas: una o varias leyes universales, y ciertos enunciados singulares -las condiciones iniciales”. (Popper, 1967, p. 57)

De modo que lo esencial de la explicación científica es la deducción. Su carácter deductivo. El hecho queda explicado si puede deducirse de una o más leyes científicas. Sin embargo, ya Hempel había establecido algunas condiciones importantes que es importante tener en cuenta a fin de no caer en fáciles simplificaciones.

Debemos recordar que desde Aristóteles hasta Descartes (inclusive) existió una teoría parecida. Es decir, los filósofos partían de axiomas que consideraban como verdades evidentes y consideraban que las consecuencias lógicas de esos axiomas verdaderos eran también verdaderas. De modo que la verdad de las premisas pasa como por una correa de transmisión a

las consecuencias.¹ La diferencia de Descartes con Aristóteles no es que las verdades de que partimos dejen de ser evidentes, sino que las evidencias de que parte cada uno son distintas. Pero a partir de ahí el proceso explicativo se sigue de igual forma, es decir, por la vía de consecuencias lógicas. Descartes critica las “largas cadenas deductivas” como una manera de establecer principios, y propone asumir verdades intuitivas, de las cuales entonces se deducirían determinadas consecuencias. Como dice Roberto Torretti esta forma de procedimiento axiomático “fascinó” a los filósofos y a los científicos hasta el día de hoy.

Supongamos que aquello era posible. Pero veamos si es posible en la interpretación popperiana de la estructura nomológica de la ciencia. El problema ahora es que las premisas –es decir, las leyes– no son verdaderas. Y no son verdaderas porque según Popper no hay verificación de hipótesis y sí sólo una mera contrastación que provisionalmente resulta confirmada y en espera de que sea refutada. Moritz Schlick era más radical y llegaba a la posición de que las leyes científicas no son ni verdaderas ni falsas y son un mero formato para construir proposiciones. En la tradición filosófica mencionada –Aristóteles, Descartes, etc.–, la **verdad** de los axiomas se tras-

1. Tomás de Aquino escribe: «De una cosa se puede dar explicación de dos maneras. Una es demostrando algún principio, como en la ciencia de la naturaleza, donde se aporta prueba suficiente para demostrar que los movimientos celestes son siempre de velocidad uniforme. Otra es aducir pruebas que no demuestran suficientemente el principio, pero que pueden mostrar que los efectos que se siguen de ellas son conformes ese principio, como en la Astronomía, donde se postula un sistema de excéntricas y epiciclos, porque esta hipótesis permite explicar los fenómenos visibles de los movimientos celestes. **Pero esto no es una prueba suficiente, porque tal vez otra hipótesis podría ser capaz de explicarlos».**

(*Summa Theologica*, parte I, cuestión 32, artículo I.). Como comenta Crombie: “existía una diferencia entre una hipótesis que debe ser verdadera necesariamente y otra que sólo debe adecuarse a los hechos. Las hipótesis físicas (o metafísicas) eran del primer tipo; las matemáticas, del segundo”. **Historia de la ciencia: De San Agustín a Galileo**, vol 1,

Madrid, Alianza Editorial, 1983, p. 187. Trad. de José Bernia

mitía lógicamente a la verdad de las conclusiones. En la teoría popperiana no hay verdad de las premisas. De las hipótesis confirmadas sólo puede decirse que no son falsas sólo porque hasta ahora no han sido refutadas. Ahora bien, con este esquema meramente probable ya no tenemos ninguna seguridad en la verdad de las conclusiones, es decir, en el **explanandum**, es decir, en el hecho a explicar.²

Pero no es solamente esta inseguridad, esta provisionalidad lo que se deduce de la teoría explicativa de Popper. Parecería que toda la teoría nomodeductiva de la explicación científica la explicación se reduciría a mera deducción. Y creo que eso no es suficiente (Bunge 1967)³

Hempel había puesto algunas condiciones importantes en el modelo nomológico-deductivo de explicación científica. Ya vimos que entre las premisas de la deducción debe haber una o más leyes científicas. Este punto es importante por lo siguiente: si lo que tenemos como premisa es una mera generalización o una regularidad accidental (no nomológica), entonces tenemos una deducción pero no una auténtica explicación. Un mero silogismo aristotélico tiene fuerza deductiva pero no

2. Scheffler y Wartofsky abordan esta dificultad diciendo que debemos suponer que las premisas o leyes sean verdaderas independientemente de la creencia que tengamos para saber que lo son. Wartofsky escribe: «Si la generalización inductiva se toma (justificadamente) como enunciado universal verdadero y si hace de premisa en un razonamiento deductivo, junto con enunciados singulares acerca de condiciones iniciales, se puede obtener deductivamente un enunciado singular como consecuencia de estas premisas». Marx Wartofsky, **---Introducción a la filosofía de la ciencia**, Madrid, Alianza Editorial, 1976, p. 353.

3. «Una caracterización meramente sintáctica de la explicación sería incompleta; además, haría redundante al término «explicación», puesto que bastaría con deducción». Bunge, **La investigación científica**, Barcelona, Ariel, 1976, 5a. ed. p. 565 Pero luego sigue tratando la explicación según el esquema nomológico-deductivo. «Explicar un hecho expresado por un explicandum es insertar ese hecho en un esquema nomológico expresado por la ley (es) o regla (s) implicadas por el explicans.». (p. 565)

es todavía una explicación nomológica. Esta primera condición lo que nos enseña es que deducción y explicación no es lo mismo. Al menos puede diferenciarse diciendo que la explicación es un tipo de deducción entre cuyas premisas se halla una o más leyes científicas. Y no cualquier generalización es una ley científica. O como dice Hempel, no toda inferencia es necesariamente una explicación. En la explicación se infiere un hecho partiendo de otros hechos que lo explican, pero dentro de esos hechos que lo explican tiene que haber un hecho general (ley científica).

Moulines y Díez resumen en los siguientes pasos lo que hemos venido diciendo:

1. “El **explanans** contiene esencialmente al menos una ley, y todos los hechos generales que contenga esencialmente deben ser leyes”.

2. “Si el **explanandum** es un hecho particular, el explanans contiene también esencialmente al menos un hecho particular. Los hechos particulares que contiene el explanans son las *condiciones antecedentes*”.

3. “La relación de explicación es una relación de inferencia lógica, el explanandum se infiere del explanans”. (Moulines, J. Díez, 1997, p. 227).

Moulines y Díez observan también que aunque en las consideraciones anteriores se ha hablado de “hechos, en realidad se trata de *enunciados*, pues la relación de inferencia es una relación entre enunciados.

Existen **explicaciones estadísticas** cuando se da el caso que entre las premisas nomológicas de la explicación está presente una ley estadística. Pero también en este caso la conclusión se infiere deductivamente de las premisas.

Jean Piaget también ha escrito acerca de la explicación en la ciencia. Piaget critica ciertas formas de explicación, como la teoría de Meyerson, en las cuales la explicación implica iden-

tividad y ausencia de novedad. “Explicar un efecto por un conjunto de condiciones consideradas como causales equivale a mostrar, por un lado, cuáles son las transformaciones que lo han producido y, por el otro, cómo la novedad del resultado corresponde a ciertas transmisiones a partir de los estados iniciales: este doble aspecto de producción y conservación caracteriza tanto las transformaciones operatorias como las causales y, en ambos casos, se reconoce por el hecho de que la construcción en juego aparece como necesaria”.⁴ Piaget habla de un isomorfismo entre la necesidad del esquema deductivo y la necesidad atribuida a las transformaciones de los objetos. Pero es muy claro en afirmar que un tal isomorfismo no consiste en una identificación, ni tan siquiera en un isomorfismo de detalle. Se trata, más bien, de la conocida tesis de Kant según la cual la **causalidad** es una **analogía de la deducción aplicada a la experiencia**. Kant y Piaget hablan, pues, de analogía y no de identidad entre la deducción y la causalidad.

Piaget establece las diferencias entre la pura deducción y las explicaciones deductivas. 1) Las formas operatorias son extratemporales (en su forma desarrollada, no en su génesis), mientras que la relación de causa a efecto es temporal (necesita un tiempo mínimo, aunque Kant admite que pudiera ser simultánea). 2) El esquema deductivo traduce la estructura de transformaciones **posibles**, algunas de las cuales son efectivamente **reales**. “Se trata de completar en cada instante la realidad observada efectiva, por el conjunto de los estados anteriores, futuros o simplemente Posibles”.⁵ Sólo el pensamiento alcanza un estado de reversibilidad que le permite pensar lo posible, y dentro de esa gama de posibilidades se dan las que son propiamente reales. Un ejemplo que nos ofrece el propio Piaget nos ayudará a comprender mejor esta dialéctica de lo

4. Piaget, *Las explicaciones causales*, Barcelona, Barral, 1971, p. 15.

5. Piaget, *Introducción a la epistemología genética*, Vol. II, Buenos Aires, Paidós, 1975, p. 286.

real y lo posible. Por generalización se puede llegar a la ley que establece el equilibrio de los pesos desiguales A y B (siendo $B = 2A$), los cuales están situados a distancias **a** y **b** del punto medio, entre los dos brazos de la balanza. Esta ley inductiva indica que los pesos se equilibrarían si las longitudes **a** y **b** de las palancas son inversamente proporcionales a sus pesos: $A = 2b$. Ahora bien, esta ley es tan sólo una generalización, pero no explica por qué sucede así. La explicación se alcanza cuando se hacen intervenir desplazamientos según todas las posibilidades dinámicas. Pues el desplazamiento de una fuerza es un trabajo. Se comprueba que el trabajo necesario para hacer subir de B a una altura (h) es el mismo que el necesario para hacer subir A a una altura (h). Si $B = 2A$, la anulación de tales trabajos nos da como resultante el equilibrio. ¿En qué sentido es explicativo este segundo modelo? En primer lugar, porque hace referencia a la transformación sufrida a partir de un estado inicial, es decir, no toma un estado como estático sino como producto de una dinámica. Pero, sobre todo, porque las transformaciones abarcan todas las combinaciones posibles y no sólo los estados reales. Lo real queda incluido como una posibilidad dentro de una virtualidad. Piaget concluye que el modelo de Lagrange sobre las velocidades virtuales es auténticamente explicativo. Los dos pesos se equilibran “porque todos los desplazamientos que podrían efectuar (pero que no efectúan) a partir de su estado de equilibrio se anulan algebraicamente”. (Ibid, p. 283) A Piaget le interesa resaltar tres puntos principales: a) La explicación adquiere el carácter de sistema, de grupo deductivo; b) lo real es enfocado en un marco más amplio: el de la virtualidad: el conjunto de posibilidades. c) Al hacerlo así ya no se trata de una mera generalización que no tendría carácter necesario, sino que el esquema deductivo implica ahora una verdadera necesidad. “La causalidad reúne en un todo único la necesidad que emana de la deducción y la sucesión en el tiempo suministrada por la experiencia: de aquí resulta una mezcla *sui generis* de conexión necesaria y de indeterminación relativa, que interviene en toda

relación causal y que atestigua la indisociable unión entre la actividad operatoria del sujeto y las características del objeto". (Ibid., p. 286)

La necesidad de la explicación nomológica no es idéntica a la deductiva, sino análoga, pero ese carácter sistémico, lógico-deductivo le da fuerza a la argumentación de modo que no se trata de leyes aisladas ni meramente contingentes. "La necesidad que se adhiere al cierre de la estructura constituye entonces el principio de la explicación causal de las leyes así agrupadas, pues este cierre proporciona las condiciones necesarias y suficientes".⁶ La explicación causal nos permite comprender tres aspectos decisivos: la necesidad, novedad y productividad. La necesidad está implicada en el cierre estructural en cuanto grupo lógico-deductivo. Piaget observa, con razón, que no toda explicación deductiva es una explicación causal, punto que ya he expuesto al referirme a Hempel.

¿ Existen explicaciones teleológicas?

En la filosofía de las ciencias se discute si existen explicaciones teleológicas. Por lo general esta discusión se aplica fundamentalmente a la biología y a la historia.

En la biología se recurre a una explicación de tipo **funcional** para explicar la presencia "de fines". En lugar de preguntar por una finalidad determinada, el biólogo pregunta por la función que cumple un órgano por ejemplo. Se trata de explicar la presencia de fines (o funciones) pero sin aducir razones teleológicas. Ernest Nagel expone su definición de explicación funcional. Considera que las explicaciones funcionales son inferencias que se basan en el enunciado acerca de un rasgo que es necesario para que se cumpla la función. En esquema:

6. Piaget, "La causalidad según Meyerson", en: *Teorías de la causalidad*, Sígueme, Salamanca, 1977, p. 142.

“La función de y en el sistema S con organización C’ es permitir a S realizar en el entorno Ce el proceso N” significa:

E. El sistema S está en C’ y en Ce y realiza N.

F. Si dadas, C’ y Ce, I no está presente en S, entonces S no se realiza”. (En: Moulines/Díez, 1997, p. 263) Estos dos autores anotan que la explicación funcional en el esquema de Nagel aplica bien en biología pero no en las ciencias humanas como la antropología. Las explicaciones funcionales en las ciencias humanas suelen ser teleológicas. (Ibid., p. 265)

En las explicaciones funcionales explicamos los latidos del corazón como consecuencia de la función del corazón de hacer circular la sangre. Si el corazón no hiciera circular la sangre, no habría latidos. Las explicaciones biológicas se apoyan en la historia del organismo, en su pasado codificado genéticamente. No puede recurrirse a necesidades o expectativas futuras que aún no existen. Los organismos se adaptan a situaciones futuras, pero como resultado de una larga historia que ha mostrado sus éxitos y sus fracasos. Como explica Bertrand Russell: “Debemos suponer que el estímulo que lleva al cumplimiento de un acto es un impulso desde atrás, no una acción desde el futuro”.⁷ Russell denomina “causalidad mnémica” a la que depende de la experiencia pasada del organismo y que queda fijada en el sistema genético o en el sistema nervioso. Se trata, pues, de una explicación causal de la finalidad.

En relación con las ciencias biológicas es necesario tener en cuenta, además, otras consideraciones. Con la teoría evolucionista de Charles Darwin “se dejó ver [...] que lo que se entiende por ‘mundo material’ y por ‘leyes generales’ no es algo dado de una vez y para siempre. El mundo material de Darwin incluía suficientes elementos como para explicar el origen de las especies sin echar mano de intervenciones divinas, directa o indirectamente, pero sí ocurriendo al azar”. (Sergio Martínez,

7. Russell, *Análisis del espíritu*, Buenos Aires, Paidós, 1972, p. 73.

1997, p. 142) Como hicimos notar en el capítulo II, y como ya advertía Whitehead, con la idea procesual o dinámica del mundo se hace necesario entender que las leyes son también históricas, es decir, que se constituyen en el proceso mismo del universo. No puede haber leyes biológicas si no hay seres vivientes. Leyes, como dijimos, son regularidades, patrones de comportamiento de las cosas y procesos naturales y sociales. Nótese que el término azar lo que significa es ausencia de finalidad, como ya mostró Demócrito de Abdera.

Sergio Martínez agrega otra importante observación con respecto a la explicación en biología, y es el carácter histórico y narrativo. “Una explicación es histórica si incorpora en el *explanans* aspectos contingentes que no están subordinados a leyes”. (Ibid., p. 145) Luego agrega el autor que esto sucede porque i) ontológicamente los sistemas de que habla esta teoría (la darwiniana) son entidades que se han constituido. La taxonomía aquí es genealógica. ii) Epistemológicamente la explicación es histórica porque tiene un carácter narrativo. Nótese que aquí “historia” no es todavía la ciencia que estudia las *res gestae* (cosas sucedidas) *humanas*; pues estamos hablando de los seres vivientes en general; el término historia aquí significa evolución o proceso y, además, ya más vecino aún a las ciencias históricas, narración. La idea es que una teoría como la de Darwin se constituye como una narración histórica y no meramente como un esquema de leyes, aunque las incluya. Darwin hace un recuento de cómo suceden las cosas en el mundo de los seres vivos. Yo agregaría que esto sucede siempre que se “explica” el sucederse de los acontecimientos, pues pasa igualmente, cuando se nos “explica” la teoría del Big Bang: uno lee una historia, la historia del Cosmos; una historia en que hay leyes, pero donde hay también muchas contingencias y azares. (Véase por ejemplo, la interesantísima narración que hace George Smoot de su comprobación de la radiación de fondo: *Las arrugas del tiempo*). Continúa Ramírez: “Darwin cambia radicalmente la ontología de la teoría de la evolución, de un concepto esencialista tradicional de especie,

a un concepto de especie que agrupa individuos que comparten ancestros en la misma medida, pero que fuera de esa relación histórica, son producto de variaciones ciegas sujetas a las fuerzas selectivas de su medio ambiente". (ibid., p. 148) Darwin incluye, además, un criterio de individuación que es histórico. Se trata de un proceso causal "que conecta por medio de relaciones filogenéticas (ancestro-descendiente) a los diferentes miembros de un taxon". (Ib., p. 148) Finalmente, para Darwin la selección natural es un agente de cambio en las especies vivientes. Este tipo de explicación histórico-narrativo que parecería exclusiva de las ciencias históricas de acontecimientos humanos, está pues presente en la biología. No se trata de reducir la explicación histórica a la biológica, porque la "comprensión histórica" tiene otras características como la teleología y la libertad humanas. Concluimos con el autor: *El hecho importante es que las generalizaciones en la teoría de la evolución no pueden desligarse de ciertos aspectos históricos o contextuales que permiten que la generalización sea una generalización con valor explicativo.* (Ib., p. 156)

Explicaciones teleológicas en las ciencias humanas

Si en las ciencias biológicas no se hace necesario recurrir a explicaciones teleológicas –sino funcionalistas–, al nivel de las ciencias humanas, como la psicología, la sociología y la historia, no hay tanto problema. Una explicación es teleológica si, y solo si, recurre a una causa final para explicar un hecho. C L Wright (1973) afirma que en la explicación teleológica la conducta no sólo produce (o causa) un fin determinado, sino que la conducta ocurre porque produce el fin. *La conducta se produce porque conductas como ésta han producido en el pasado hechos del mismo tipo que el fin.* (En: Moulines/Díez, 1997, p. 264) La explicación teleológica combina causalidad del pasado y orientación hacia el futuro.

Ahora bien, una causa final se plantea como un fin que un ser tiene previamente a la ejecución de un acto. Como no podemos imaginar a la naturaleza como un ser inteligente -como bien dice Kant- pensando fines que habrían de realizarse, entonces en las ciencias naturales no es necesario recurrir a una causa final. Pero en el caso de las ciencias humanas, el ser humano, como ser inteligente y previsor, podemos aceptar las explicaciones teleológicas. Como escribe Karl Marx: *Una araña ejecuta operaciones que semejan a las manipulaciones del tejedor, y la construcción de los panales de las abejas podrían avergonzar, por su perfección, a más de un maestro de obras. Pero, hay algo en que el peor maestro de obras aventaja, desde luego, a la mejor abeja, y es el hecho de que, antes de ejecutar la construcción, la proyecta en su cerebro. Al final del proceso de trabajo, brota un resultado que antes de comenzar el proceso existía ya en la mente del obrero, es decir, un resultado que tenía ya existencia ideal. El obrero no se limita a hacer cambiar de forma a una materia que le brinda la naturaleza, sino que, al mismo tiempo, realiza en ella un fin, fin que él sabe que rige como una ley las modalidades de su actuación y al que tiene necesariamente que supeditar su actuación.* (Marx, **El capital**, vol. I, p. 130-131) Nótese la imbricación, en el proceso del trabajo, entre el fin que el trabajador proyecta y su adaptación a la ley de producción de la cosa.

Los hechos históricos requieren diversas formas de determinación para su comprensión y explicación. Hay causa eficiente, hay causas finales, e incluso interviene el azar. La tesis que es difícil probar es la de la filosofía de la historia. Esta pretende, especialmente en Hegel, que la historia sigue una finalidad, un orden teleológico. No se trata de la explicación de cada hecho concreto de la historia humana, sino de dar una interpretación finalista de la totalidad de la historia. Este tipo de explicación teleológica de la totalidad de la historia humana es problemática y depende de determinadas posiciones filosóficas.

Explicación y comprensión. (Hermenéutica)

Desde Hegel y Wilhelm Dilthey se ha tratado de destacar la comprensión como el modo propio de proceder en las ciencias históricas. La explicación es, como hemos visto, el tipo de explicación nomológica prevalente en las ciencias naturales. Pero en las ciencias del espíritu no valdría este tipo de explicación nomológica, y, en cambio, lo que sería importante es la “comprensión”. Hegel (1770-1831) defiende la peculiaridad del conocimiento histórico. Rechaza la metodología de la historia que pretende fundarse en leyes y causas, como en las ciencias naturales. Eliseo Cruz Vergara nos dice que la hermenéutica de Hegel se distingue de la posterior por cuanto se funda en la racionalidad del pensamiento, mientras que la posterior se basa en el lenguaje extendido a toda forma de saber (Wittgenstein, Heidegger, Gadamer, Ricoeur). Hegel presenta la hermenéutica como método de las ciencias del espíritu. El supuesto principal de Hegel es que el espíritu es racional y la realidad histórica también lo es. El espíritu se piensa a sí mismo. La naturaleza nos es externa, como ya había dicho el filósofo italiano Vico. El concepto hegeliano de la historia se relaciona con la espiritualidad y la intersubjetividad. La exposición conceptual busca la unidad interna propia de la realidad espiritual. El nexo de significación que lo une con el resto de la realidad. Hegel insiste también en la individualidad que es característica de la realidad espiritual. En cambio, la legalidad no hace justicia a este aspecto histórico. A Hegel le interesa resaltar la necesidad interna del proceso histórico. Esta necesidad interna es precisamente la unidad interior de las distintas manifestaciones de lo espiritual. No es un sujeto quien a modo de hipótesis externalísticamente las partes del todo. Esto último es lo que hace el entendimiento, pero más allá de su unilateralidad está la razón que comprende el movimiento interno de diferenciación.

La racionalidad histórica es teleológica. Se trata de los fines con que la razón impregna la historia, y en los cuales hasta los individuos son medios e instrumentos. La realidad espi-

ritual es histórica “se expresa en formas de comunicación que permiten la comprensión entre los individuos”.⁸ Cruz Vergara nos hace ver que Hegel le da importancia también al lenguaje, pues éste es la manifestación inmediata del pensamiento. El lenguaje es mediación de autoconciencias. Característica fundamental del pensamiento es la expresividad, y por la expresión el pensamiento se opone a la vía inmediata de la universalidad. La conciencia inmediata se fija su fin. Lo universal no está sometido al arbitrio del azar. La finalidad de la historia es la libertad. Para la libertad “querer lo universal es la libertad misma”. (:101) La voluntad es libre cuando quiere la libertad. Cruz Vergara nos dice que para Hegel parte del método histórico es el partidismo. Esto implica, primero, que el historiador es hijo de su tiempo y como tal participa de sus objetivos y fines. “El partidismo del historiador es algo natural, pues su punto de vista es parte de lo que vive y le interesa como ser humano”. (:112) El partidismo no es contrario con la necesaria objetividad científica. Hegel resaltó el hecho de que lo que primariamente es histórico es el pensamiento. La comprensión es interior al pensamiento. Lo espiritual es uno con la conciencia y por ello es comprensible. Se da una especie de identidad entre el conocedor y lo conocido. La comprensión tiene que ser vista a la luz del *Aufhebung*, es decir, como conservación superadora. Para Hegel el pasado humano es el pensamiento. Comprendemos la historia porque la hemos hecho, como bien dijera Vico.

La exposición histórica de Hegel se caracteriza por la unidad de forma y contenido. La racionalidad del individuo participa del mundo cultural de cada época, que es la de su mundo histórico cultural o espiritual. La racionalidad del mundo cultural es el espíritu de un pueblo y se liga con el carácter de la época. El mundo histórico resulta en parte de los fines que los individuos han querido, pero en parte también de lo que no

8. Eliseo Cruz Vegara, “El conocimiento histórico en Hegel”, en: *Hacer: pensar*, Río Piedras, Editorial de la Universidad de Puerto Rico, 1994, p. 95.

han querido. Este mundo es necesario suponerlo para hacer comprensible la acción de los seres humanos.

Dilthey también se preocupó de la hermenéutica como método de las ciencias del espíritu. El punto de partida de Dilthey es la vida. La vida es la totalidad de la experiencia humana. Pero experiencia es aquí vivencia (*Erlebnis*). “La vivencia es un modo característico distinto en el que la realidad está ahí para mí. La vivencia no se me enfrenta como algo percibido o representado; no nos es dada, sino que la realidad vivenciada está ahí para nosotros porque nos percatamos por dentro de ella, porque la tengo a modo inmediato como perteneciente a mí en algún sentido”. (Dilthey, VI, 362). Una cosa es la percepción de las cosas del mundo externo; segmento necesario de las ciencias de la naturaleza; otra cosa es la vivencia que es inmediata e interna. Ahora bien, la vida se *expresa*, la vivencia expresa algo. Es la totalidad de la vida anímica la que se expresa. Lo interno se expresa en lo externo. “La obra de un gran poeta o de un descubridor, la de un genio religioso o la de un filósofo genuino, no puede ser sino la verdadera expresión de su vida anímica”. (VII, 325) Y viceversa, lo externo hace de signo de la vivencia interna. El camino hermenéutico es inverso al psicológico. La vivencia expresa lo interno; tal es el camino psicológico. La vía hermenéutica consiste en ir desde la manifestación externa hasta su vivencia interna. “Al proceso por el cual partiendo de signos que se nos dan por fuera sensiblemente, conocemos una interioridad, lo denominamos comprensión”. (Ibid). Este es el uso del lenguaje. La vivencia interna es comprendida mediante otro proceso también psicológico que Dilthey denomina comprensión. La comprensión me lleva a revivir lo que el otro ha vivido, su vivencia. Lo exterior se hace signo de lo interior, y lo exterior ha de ser revivido como interior. “El arte de comprender encuentra su centro en la interpretación de los vestigios de la existencia contenidos en los escritos”. (Ibid) Las producciones históricas forman parte de la cultura y la cultura es histórica. Es necesario comprender la filosofía, la poesía, la religión en su historicidad radical. La

vida se expresa en las distintas concepciones del mundo. Ellas surgen del fondo enigmático de la vida, de la totalidad de la experiencia humana. Pero no podemos comprender su legalidad propia sino en su ubicación histórico-temporal. Las ciencias del espíritu son ciencias que tratan de las formaciones históricas en que se desenvuelve la vida y el espíritu. En las ciencias históricas el objeto se va construyendo él mismo, poco a poco, mientras estas ciencias avanzan. No se trata de objetos de pura externalidad como los que ofrece la naturaleza. Por la **comprensión** captamos el significado. La vida es totalidad y en esa totalidad las partes cobran significado por relación al todo. Dilthey estudia el espíritu objetivado. Hegel lo denomina espíritu objetivo; pero Dilthey lo piensa sin suponer la metafísica del idealismo absoluto de Hegel. Dilthey desarrolla el concepto de "tipo" como una manera de unir lo individual y lo universal del espíritu. Las ciencias del espíritu no funcionan con generalidades nomológicas o leyes, sino mediante la captación de lo individual y lo universal. Y esta captación conjunta de lo individual y lo universal es el tipo.

Jürgen Habermas también estudia la hermenéutica como parte de la metodología de las ciencias históricas. A las ciencias naturales, Habermas las denomina "empírico-analíticas". Estas tienen su limitación porque son ingenuamente objetivistas. Pero también las ciencias históricas tienen su propia limitación porque creen en el horizonte de mundo de donde recibe sentido el texto transmitido. La dialéctica haría la crítica tanto del método analítico como del hermenéutico. Pues buscaría la crítica en que arraiga el entendimiento del mundo en una sociedad dada. Es necesario pasar por una fundamentación ética desde el lenguaje, en particular, a partir del hecho mismo del lenguaje. La moral está fundada en el hecho estructural del lenguaje mismo, pues supone una voluntad de entenderse, se proyecta como comunicación, cuyos aspectos ideales podemos reconstruir. "La comunicación ideal excluye toda posible mutilación sistemática de la comunicación. Sólo entonces domina la característica presión no repre-

siva del mejor argumento". La situación comunicativa incluye en su anticipación como forma el diálogo, la verdad (veracidad), la justicia y la libertad. La hermenéutica así entendida como base de la moral persigue un interés emancipativo.

BIBLIOGRAFÍA

Adorno-Popper. *La lógica de las ciencias sociales*, México, Grijalbo, 1978.

Brown, Harold. *The new Philosophy of Science*, Chicago, Precedent Pub. 1977.

M. Bunge, *Causalidad*. Buenos Aires, Eudeba, 1978, 4a. De.

_____ *La investigación científica*, ed. ct. (1976)

Crombie A. C. *Historia de la ciencia*. De san Agustín a Galileo, Madrid, Alianza Editorial, 1983. (Trad. De José Bernia).

Cruz Vergara, Eliseo. *El conocimiento histórico en Hegel*, Río Piedras, Editorial de la Universidad de Puerto Rico, 1997.

Dilthey, W. *Obras completas*, México, FCE, 1954. (Trad. De Eugenio Imaz).

Estany, Anna. *Introducción a la filosofía de la ciencia*, Barcelona, Crítica, 1993

Davidson, Donald. *Philosophy of psychology*, Madrid, Anthropos, 1994. (Edición bilingüe).

Frank, Philipp. *Filosofía de la ciencia*, en: *Mathesis*, No. 3 1989.

Hempel, Carl. *Aspects of scientific explanation*. The Free Press, N. York, 1965

Jonas, Hans. *El principio vida*. Hacia una biología filosófica. Madrid. Trotta, 2000.

Martínez, Sergio. *De los efectos a las causas. Sobre la historia de los patrones de explicación científica*. México, Paidós, UNAM, 1997.

Marx, Karl. *El capital*, México, FCE, 1974; sexta reimpresión. (Trad. De Wenceslao Roces).

Moulines C. U. (editor), *La ciencia, estructura y desarrollo*, Madrid, Trotta, 1993

_____ *Fundamentos de filosofía de las ciencias*, edición citada (1997).

Piaget, Jean. (Ed.), *Las explicaciones causales*, Barcelona, Seix Barral, 1971.

_____ *L'explication dans les sciences*, Flammarion, 1973

_____ (ed.) *Teorías de la causalidad*, Salamanca, Sígueme, 1977.

Pinillos, José Luis., *Principios de psicología*, Madrid, Alianza Editorial, 1979, 7a. De.

Popper, K. *Lógica de la investigación científica*, Madrid, Tecnos, 1967.

Prigogine, Ilya. "De los relojes a las nubes", en: *Nuevos paradigmas. Cultura y subjetividad*. Buenos Aires, Paidós, 1994.

Rojas Osorio, Carlos. *El problema de la causalidad en la epistemología de Mario Bunge*, Ponce, 1981.

Torretti, Roberto. *Creative Understanding*, Chicago, Chicago University Press, 1990.

Wartofsky, Marx. *Introducción a la filosofía de la ciencia*, Madrid, Alianza Editorial, 1976.

Von Wright, Georg Henrik. *Explanation and understanding*, Free Press, 1971. (Hay versión castellana en Alianza Editorial, 1979).

XIII. INDUCCIÓN Y VALIDACIÓN EMPÍRICA

*El órgano vivo de la experiencia es el cuerpo
viviente tomado globalmente.*

ALFRED NORTH WHITEHEAD.

Los teóricos de la ciencia han discutido siempre si el método de la ciencia es inductivo o no. Trataremos en este capítulo brevemente el problema de la inducción y la validación empírica de las hipótesis y teorías científicas en cuanto para ello el recurso a la experiencia y la inducción es necesaria.

1. **Aristóteles** definió la inducción como el tipo de razonamiento que partiendo de premisas particulares llega a una conclusión general. Proceso inverso a la deducción. El Estagirita practicó la inducción, pues, como biólogo, era buen conocedor de gran cantidad de especies vivientes, las cuales observó, clasificó y conceptualizó en teorías generales. Sin embargo, la tesis principal de Aristóteles es que la ciencia ha de tener una estructura deductiva, de tal modo que, partiendo de axiomas, llegue a conclusiones necesarias. La ciencia complementa deducción e inducción, pues las premisas de un silogismo pueden ser inductivas. Pero cada ciencia contiene unos principios o axiomas que no necesitan demostración y a partir de los cuales pone en marcha todo el edificio de su saber.

2. La Edad Media se creyó que toda la ciencia humana (y divina) podía encasillarse en los moldes del silogismo y así formar una larga cadena de razonamientos, de modo que la conclusión de un razonamiento se convierta en premisa de otro, y

así sucesivamente. La creencia en la necesidad de la deducción lógica llevó a los medievales a mantener esta visión del saber humano. Pero la deducción garantiza sólo la **forma** del razonamiento, no necesariamente su contenido. La validez de un razonamiento es independiente de la verdad de las proposiciones que contiene. Este deductivismo silogístico fue acremente criticado en el Renacimiento y constituye una de las bases de la ciencia moderna.

3. **Francis Bacon** [1561-1626] fue el propagandista de la crítica del silogismo aristotélico y el gran defensor de la inducción como el método propiamente tal de la ciencia empírica. Consideró que el silogismo es estéril, que sus conclusiones no aportan ningún conocimiento nuevo, solo nos hace explícito algo que ya está implícito en las premisas. Si la deducción no nos da conocimiento nuevo, entonces debemos recurrir a otro método. Debemos consultar la naturaleza si queremos adquirir conocimiento empírico, real, novedoso y progresivo. “Todo debe ser tomado en las cosas mismas”. [“Omnia a rebus ipsis petenda sunt”. ***Novum Organum**, I, 122] El ser humano es el intérprete de la Naturaleza, es a manera de un ministro suyo. Pero no puede entender nada de la naturaleza sino por la observación de los hechos y la indagación del orden natural. El avance de la ciencia depende del uso de métodos empíricos. [“**Spes est una in inductione vera**”. La esperanza está solo en la inducción verdadera”.] No podemos aprender algo de la naturaleza si no observamos y experimentamos con ella. En lugar de partir de principios para luego seguir con encadenamientos silogísticos, la ciencia debe buscar los principios, y ello solo puede hacerse por inducción. La fuerza de estos principios o axiomas depende de la amplitud de su base empírica. De la inducción sacamos proposiciones generales, que Bacon llama axiomas medios o leyes. Pero nuevamente se requiere volver a la experiencia para comprobar que dichas proposiciones generales no rebasen los hechos. Los hechos naturales se producen de acuerdo a leyes. [ex lege]. No hay que imaginar nada, sino descubrir lo que la naturaleza ha hecho o experi-

menta. [Neque fingendum, neque excogitandum, sed inveniendum quod natura faciat aut ferat.] Bacon avanza en su método inductivo describiendo tres pasos. Primero se debe reconocer las existencias, es lo que el denomina **tabla de presencias**. Es decir aquellos casos en que el hecho a estudiar se hace presente. Segundo, verificar en que casos el hecho no se produce [**tabla de ausencia [instantiae negativae]** Tercero, comparar los casos en que se produce el hecho y los casos en que no se produce. [**tabla comparativa o de grados]** Después de lo cual podemos concluir la ley que rige estos hechos examinados. Pero aún así esta inducción no es sino una hipótesis que ha de ser confirmada. Los hechos negativos [o refutatorios] son privilegiados, aún si se trata de un solo hecho frente a una multitud numerosa afirmativa. Estos hechos negativos o refutatorios trastocan la inducción establecida. Hay hechos que son decisorios entre alternativas distintas. Bacon los denomina **instantia crucis [hechos cruciales]**. Cada una de las posibles explicaciones debe examinarse, si una de ellas no conduce al efecto buscado, entonces no es la verdadera causa. La lógica tal como ha sido practicada ayuda más a la conservación del error que a la búsqueda de la verdad. El silogismo se hace con meras palabras, y las palabras son etiquetas que hemos puesto a las cosas al azar. La razón y la experiencia han de estar bien unidos en la nueva ciencia. Debe notarse que Bacon es considerado uno de los fundadores de la ciencia moderna por este énfasis en la inducción, pero fue ajeno al momento de la matematización en que sí insistieron Galileo y Descartes.

4. El éxito de la ciencia moderna llevó a **David Hume** a preguntarse por los principios del método científico. Como bien afirma Schopenhauer, fue Hume el primero que exigió de la inducción y la causalidad que mostrasen sus credenciales. Los razonamientos inductivos, piensa Hume, implican siempre el principio de causalidad. Por ello examina detenidamente los conceptos de “causa” y “efecto”. El principio empirista de Hume es lo que lo guía en su análisis. Este principio afirma que sólo

son verdaderas las ideas que están basadas en percepciones anteriores. Cabe, entonces, preguntarse, qué percepciones -o impresiones sensibles- están en la base de nuestra idea de causa y efecto. Hume encuentra que las impresiones sensibles correspondientes a las ideas de causa y efecto son: 1- la anterioridad de la causa con respecto al efecto. Percibo la llama y luego el efecto de la llama sobre mi piel. 2- La contigüidad, es decir, el hecho de que la causa va siempre seguida del efecto. 3- La unión constante: la causa y el efecto van siempre juntos. En cambio, no percibimos la fuerza, productividad o energía con que la causa produce el efecto. Como el pan y creo percibir que me alimenta, pero yo no tengo percepción alguna de las conexiones que van del hecho de comer el pan al hecho de alimentarme y mantenerme saludable. Lo que Hume niega, pues, es el aspecto fundamental de la noción de causa de Aristóteles. Este definía la causa como el conjunto de principios que entran en la **producción** de algo. Pero este aspecto productivo, esencial en Aristóteles, es precisamente lo que cuestiona Hume. A mi modo de ver, al eliminar la productividad de la noción de causa, Hume reduce la causa a la ley, o sea, a la conjunción constante. Algo que está muy en el espíritu de la filosofía de la ciencia moderna. Como se vio, los filósofos y científicos modernos criticaron duramente las nociones de causa formal y causa final. Ahora Hume da el paso final y despoja a la causa de todo efecto productriz. Queda la ley, la conjunción constante. El propio Einstein cuando habla de "causa" se refiere al concepto humeano. Hasta aquí Hume ha cuestionado el concepto de causa y efecto. Ahora entra en otro aspecto de la inducción. Cuando hemos llegado a una generalización inductiva no sólo la aplicamos al pasado y al presente sino también al futuro. No solo pienso que la llama quema mi piel si la acerco demasiado, sino que así seguirá sucediendo en el futuro. Pero esta inferencia prospectiva implica un supuesto que en modo alguno está incluido en la mera recolección de las experiencias pasadas. Ese supuesto es el de que el futuro se parece al pasado. Pero, se pregunta Hume, de dónde deriva-

mos este principio. En realidad lo derivamos de otra inducción, y con ello caemos en un círculo vicioso. La inducción supone la creencia en la semejanza del futuro con respecto al pasado, pero esta creencia es, a su vez, derivada de otra inducción. He ahí la petición de principio. Lo mismo sucederá si recurrimos al principio de la regularidad de la naturaleza, para fundamentar la inducción. Pues, la regularidad de la naturaleza también la derivamos por inducción.

Sergio Martínez ha puesto en evidencia que hay en Hume un esbozo de teoría frecuentista de la inducción. Sólo un esbozo porque no tuvo los procedimientos matemáticos para llevar a buen término esa labor. “La evidencia, para Hume, es lo que en la tradición jurídica se conocía como evidencia interna, que es la evidencia de los casos repetidos de ocurrencias similares.” (Martínez, 1997, p. 107) Lo que epistemológicamente era importante para Hume es que esta evidencia es cuantificable. “La reducción del razonamiento probabilista a un mecanismo mental de conteo de frecuencias es uno de los aspectos más significativos de la ‘naturalización’ de la epistemología por la que Hume es famoso”. (Martínez, *Ibíd*). Según Martínez Hume inició la interpretación frecuentista de la probabilidad, aunque ésta no se desarrollaría plenamente hasta mucho más tarde.

¿De dónde derivamos, pues, la inducción? Hume concluye que la inducción no se sigue de un principio lógico, pues acabamos de ver que ello implicaría un círculo en el razonamiento, un principio circular. La base de la inducción es psicológica, no estrictamente lógica. Y esa base psicológica es la costumbre, el hábito. La madre naturaleza, buena previsora de sus hijos, ha dispuesto esa costumbre en nosotros para defendernos en la lucha por la vida. Si el niño no dedujese rápidamente que la llama lo quema al acercarla a su mano, caería en peligro. De modo que la primera experiencia le es suficiente para llegar a la conclusión general de que siempre que acerca el fuego, este quema. Es, pues, un principio psicológico de utilidad para la supervivencia de la especie lo que la naturaleza

ha instituido como costumbre para hacer inducciones a cada momento. Aunque, como acabamos de ver, Hume recurre también a una interpretación frecuentista de la probabilidad que hace de la inducción un método objetivo.

Muchos encontraron que la conclusión de HUME era bastante escéptica. Se escandalizaron de que la base de la ciencia /el método científico/ no tuviera un fundamento lógico, y sí meramente psicológico. Como les pareció que los argumentos de Hume eran cuestionables, se dedicaron a buscar nuevos fundamentos para la inducción o a negar que la inducción sea el fundamento del método científico. En especial Kant buscó los principios de la ciencia no en la experiencia sino en fundamentos *a priori*. Popper pensará que el proceso fundamental de la ciencia es deductivo, basada en los procesos de falsación de las hipótesis. Otros, como veremos, buscaron fundamentar mejor la inducción. Es curioso que Thomas S. Kuhn, que conceptúa la ciencia a base de paradigmas, es decir de modelos históricos de hacer ciencia, piensa, sin embargo, que la inducción requiere aún fundamentación. Debe entenderse que no tiene sentido preguntar por un fundamento lógico **deductivo** de la inducción. Dicho en forma simplísima: **la inducción no es la deducción**, y por tanto, no tenemos que exigir un fundamento lógicamente necesario para lo que es una forma de razonamiento probable. La inducción no tiene una base distinta de la experiencia. Más bien, la inducción es la experiencia codificada, y cualquier paso generalizador más allá de la experiencia debe ser nuevamente confirmado. El propio Hume encontró unas reglas inductivas basadas en relaciones de causa-efecto que no tienen ningún carácter concluyente, pero que son útiles como instrumentos probables de la investigación científica.

5. **John Stuart Mill** es uno de los filósofos que con mayor énfasis ha defendido un empirismo radical. No admite ningún principio ajeno a la experiencia. Rechaza la tesis kantiana acerca de los juicios sintéticos *a priori*. La lógica es un sistema

de tautologías. Para Mill tiene más interés la lógica inductiva que la deductiva. Su defensa de la inducción como el método de la ciencia la hizo contra Whewell; aunque éste no niega la inducción sino la existencia de reglas inductivas. Mill elaboró una cuantas reglas de la inducción. Las reglas o cánones de la inducción están basados sobre el principio de la regularidad de la naturaleza. La regularidad es también una inducción, como había observado Hume; pero Mill afirma que nunca necesitamos salirnos de la experiencia que es nuestro único baluarte. Mill pretendía que los cánones de la inducción son lo fundamental del método científico. La crítica generalizada ha sido que dichos cánones no constituyen una explicación muy adecuada de la inducción. Mill puso demasiada confianza en el hecho de que mediante tales reglas podríamos lograr descubrimientos científicos y que serían los instrumentos válidos de la prueba científica. Se ha dicho, con razón, que no hay un método para hacer descubrimientos científicos. La desconfianza de Mill en los métodos de la lógica formal no está justificada; desde Frege y a lo largo de todo el siglo XX, se desarrolló con mucha fuerza expansiva la lógica simbólica o matemática; hasta el punto que muchos filósofos de la ciencia la hacen el instrumento favorito de sus análisis conceptuales.

También el siglo XIX William Whewell entiende la inducción como “coligación de hechos” por medio de un concepto apropiado. La historia de la ciencia enseña que la coligación de hechos depende de la intuición del investigador, y no de reglas inductivas como piensa John Stuart Mill. Whewell y Mill fueron contemporáneos y disputaron sobre este aspecto de la metodología de la ciencia. Escribe Whewell: “El éxito de la inducción parece consistir en idear varias hipótesis provisionales y elegir la acertada. Pero el suministro de hipótesis apropiadas no puede seguir reglas, sin un talento inventivo. El proceso del descubrimiento científico no puede ser reducido a reglas. La misma inducción es siempre más que una colección de hechos. Los hechos no sólo se vinculan, sino que se ven desde un punto de vista”. (Whewell, *Philosophy of inductive*

sciences). En la filosofía de la ciencia de Whewell no se dan hechos puros, sino que todo hecho forma parte de una estructura conceptual. Él se adhirió a la tesis kantiana según la cual las ideas prescriben sobre las sensaciones y no se derivan de ellas. “En toda inferencia inductiva hay una concepción general introducida por el espíritu, y no dada por los fenómenos”.

Por otra parte, el deductivismo [teoría hipotético/deductiva] tampoco puede prescindir de la base empírica de la ciencia, y al tratar de confirmar las hipótesis necesita recurrir a la experiencia. Para el inductivismo la experiencia está al comienzo de la investigación científica. Para el deductivismo está al final, es decir, en el momento de confirmación de las hipótesis. De lo cual se deduce que en ambos casos el recurso a la experiencia es absolutamente indispensable. La experiencia es la piedra de toque de todas nuestras teorías científicas factuales. Que esté al comienzo de la investigación [como cree el inductivismo] o al final [como cree el deductivismo] no es esencial; pues lo esencial es el veredicto, aunque sea probable, de la experiencia. La ciencia se esforzó en divorciarse de las especulaciones metafísicas, y ello lo hizo haciendo hincapié en la experimentación. De hecho tal es el mensaje de Bacon, Galileo, Descartes y Newton. Sin duda la ciencia usa ambos métodos, el inductivo y el deductivo. Depende más bien de la amplitud de las teorías. Las teorías más abarcadoras suelen ser hipotético-deductivas [como la teoría de la gravedad newtoniana y la relatividad einsteniana]. Teorías más restringidas pueden ser inductivas. Darwin, por ejemplo, parece haber recogido un amplio material empírico antes de atreverse a formular su teoría de la evolución. J. Díez y Moulines (1997) hablan del método hipotético-deductivo-inductivo. Y con ello quieren referirse a este hecho bien patentado de que, aunque las teorías estén formuladas en forma hipotético-deductiva es, sin embargo, la experiencia empírica la que confirma o refuta las hipótesis.

6. Un breve texto de Galileo sobre el experimento

En un tablón de unos doce codos de longitud, y de ancho, en un sentido, medio codo, y en el otro tres codos, en esa menor anchura se había excavado un canalito, poco más ancho que un dedo; habiéndose excavado muy recto, y después de haberlo revestido, para que estuviera bien pulido y liso, con un pergamino tan pulido y lustrado como fue posible, hacíamos descender por él una bola de bronce, durísima, bien redonda y pulida.

Una vez colocado dicho tablón inclinado, por haber elevado sobre la horizontal uno de sus extremos una braza o dos, a capricho, se dejaba (como digo) descender por dicho canalito la bola, anotando, del modo que después diré, el tiempo que empleaba en recorrerlo todo; repitiendo el experimento muchas veces, para medir con toda exactitud el tiempo, en el cual jamás se encontraba una diferencia ni siquiera de la décima parte de una pulsación.

Efectuada y establecida con toda precisión esta operación, hacíamos descender la misma bola solamente por la cuarta parte de la longitud de ese canal; y medido el tiempo de su caída, nos encontrábamos con que era siempre exactísimamente la mitad de la anterior.

Y haciendo luego experimentos con otras partes, al cotejar después el tiempo de toda la longitud con el tiempo de la mitad, o de los dos tercios, o de los tres cuartos, o, en conclusión, con el tiempo de cualquier otra división, por medio de experiencias más de cien veces repetidas, nos encontrábamos siempre con que los espacios recorridos eran entre sí como los cuadrados de los tiempos, Y en esto todas las inclinaciones del plano, o sea, del canal por el cual se hacía descender la bola. Ahí observamos también que los tiempos de las caídas (descensos) por diversas inclinaciones, mantienen perfectamente entre sí la proporción que les fue asignada y demostrada por el autor, según veremos más adelante.

Para la medida del tiempo, teníamos un gran cubo de agua puesto en alto, el que por una finísima espita que tenía soldada

*en el fondo un hilillo de agua que íbamos recogiendo en un vasito, durante todo el tiempo que la bola descendía por el canal o por alguna de sus partes. Las pequeñas cantidades de agua recogidas de este modo, eran pesadas de tiempo en tiempo con una sensibilísima balanza, de modo que las diferencias y las proporciones de sus pesos nos daban las diferencias y las proporciones de los tiempos; y esto con tal exactitud, que como ya lo he dicho, tales operaciones repetidas muchísimas veces, jamás se diferenciaban de un modo apreciable. (Galileo, **Diálogos acerca de dos nuevas ciencias**, 1938).*

7. La validación empírica

La mayor parte de las teorías se contrastan para someterlas a prueba mediante procedimientos que incluyen consecuencias observacionales. Como vimos, con Bunge, al hablar de la observación, un dato resulta del proceso de observación. Los datos se expresan en el lenguaje de observación mediante una proposición singular o existencial. La mera experiencia privada no es adecuada para informar acerca de datos para utilidad científica. La observación que es útil para la ciencia es pública y repetible. Bunge destaca que la evidencia de una teoría es algo diferente de su referencia. Los axiomas de las teorías no se refieren, por lo general, a hechos directamente observables. Es solamente la evidencia empírica la que se refiere a hechos observables. Una teoría científica es exitosa si logra tender un puente entre lo observable y lo inobservable, y ello mediante procedimientos por los cuales lo inobservable resulta indirectamente observable. Ya hemos visto que la investigación en ciencia no se inicia con datos, sino con problemas. Pero los datos hay que producirlos, no están ahí sin más. El sonido es perceptible por el oído, pero teorizar que los sonidos consisten en ondas de cierta clase es ya una hipótesis. “Toda evidencia es un dato, pero no todo dato es una evidencia”, (Bunge, **LIC**, 1975, p. 745). Un dato no tiene intrínsecamente carácter de evidencia. Sólo los datos relevantes para alguna teoría se convierten en evidencias. Por ejemplo, antes de la teoría de la evolución se

sabía de fósiles, pero no constituían datos para ninguna teoría.

Si la confirmación es circular, entonces la teoría carece de valor. Es decir, si una teoría sólo se confirma por la evidencia que ella misma sugiere no vale mucho. Las evidencias son relativas a las hipótesis dentro del marco conceptual de una teoría. Las evidencias no son absolutas. Pues un mismo dato puede servir de evidencia para teorías opuestas. Los datos llegan a ser evidencias a la luz de una interpretación. Bunge sugiere la siguiente regla: *la clase de datos que deben contar como evidencia tiene que precisarse por anticipado, antes de la observación y sobre la base de la teoría.*

Bunge afirma que la evidencia puede ser directa o indirecta. La evidencia directa es la que permite contrastar con datos una proposición. La evidencia directa sólo puede apoyar generalizaciones de bajo nivel. La evidencia indirecta es la que coincide con la teoría sin ser comparable con ella. Las evidencias indirectas están relacionadas con sus correspondientes hipótesis. La extensión lógica no está incluida en la extensión de la hipótesis. Por ejemplo, la anatomía comparada, la fisiología y la embriología suministran evidencia indirecta de que el homo sapiens desciende de ciertos primates antropoides. Ahora bien, *la evidencia indirecta es más importante en la ciencia que la directa.*

8. El **experimento** agrega a la observación el control de ciertos factores sobre la base de supuestos teóricos. El método experimental consiste en someter a prueba un sistema material a ciertos estímulos y en observar su reacción a estos para resolver algún problema de estímulo respuesta. (LIC, p. 829). Las técnicas experimentales son procedimientos de observación y de manipulación. Se trata del control de variables pertinentes para algún estudio. Es necesario controlar a la vez la producción de los hechos observados y las condiciones de observación. Los grupos de bajo control experimental han de ser homogéneos, es decir, iguales aproximadamente en sus factores pertinentes. *Experimentar se reduce a controlar variables.* La correlación

entre variables puede ser fortuita o real; la real puede ser directa o indirecta (espúrea).

Las técnicas experimentales no son de exclusividad de cada disciplina científica. Así, el historiador puede utilizar técnicas tomadas de la física para resolver algunos problemas, como la fechación por radioactividad.

La teoría de Bunge de la base empírica de la ciencia no coincide con la del empirismo lógico, pues insiste en la importancia de la selección e interpretación en el proceso de percepción y observación.

La teoría newtoniana de la gravedad no se puso a prueba experimental hasta cincuenta años después de su enunciación. Fue mediante la balanza de Henry Cavendish como esto se logró. Se trataba de probar la atracción gravitatoria entre cuerpos reducidos. La balanza de Cavendish es una barra liviana con dos pequeñas esferas fijas en cada uno de sus extremos. Se suspende de un hilo bien delgado y largo. El conjunto se pone en una caja de cristal para impedir las perturbaciones de las corrientes de aire. Fuera de la caja de vidrio se suspenden dos esferas de gran masa, que puedan girar alrededor de su eje central. Cuando se alcanza el estado de equilibrio del sistema, se modifica la posición de las esferas grandes y se observa que la barra con las esferas pequeñas gira un determinado ángulo como efecto de la atracción gravitacional ejercida por aquellas. Cavendish midió el ángulo de deflexión y conocía la resistencia del hilo, razón por la cual pudo calcular la fuerza con la que las esferas grandes actúan sobre las esferas pequeñas. Con esta experimentación se determinó que el valor numérico del coeficiente **G** incluido en la fórmula de Newton es $6,66 \times 10^{-8}$, si las longitudes, masas y tiempos se miden en centímetros, gramos y segundos respectivamente. Usando este valor, es posible calcular que la fuerza de la gravedad entre dos manzanas, separadas por una corta distancia, equivale a aproximadamente a un gramo dividido por treinta millones.

9. **LA PREDICCIÓN** es importante en la contrastación

de hipótesis y teorías; además nos ayuda a anticipar nuevos conocimientos y sirve de guía para la acción. La predicción científica es condicional: *dice lo que ocurrirá si se ‘cumplen’* tales y cuales leyes y se dan tales y cuales circunstancias. La predicción científica es nomológica, es decir, se basa en leyes y teorías. La predicción científica se refiere a algunos rasgos de un acontecimiento, no a la totalidad del acontecimiento. La exactitud de las leyes depende de la exactitud de las teorías y leyes implicadas. La estructura lógica de la predicción es:

{Ley (es) + circunstancias} **T proyectandum**
(**proyectans**).

El **proyectandum** (lo que se predice o proyecta) no es un enunciado cualquiera, sino una proposición singular de referencia factual. (Bunge, **LIC**, p. 629) No se predice o proyecta un enunciado legaliforme. Las casualidades individuales no pueden predecirse. En cambio, los conjuntos aunque sean aleatorios pueden obedecer a una ley estadística y ser predecible. La casualidad y la proyectabilidad son relativas no intrínsecas. La predicción nomológica (o estricta) es posible siempre que i) hay una correspondencia biunívoca entre los estados pasados y futuros del sistema (memoria interna) de manera que su historia pueda trazarse hacia atrás analizando las huellas del sistema. ii) cuando se conoce la ley de su evolución. Sólo en este caso la **retrodicción** es la inversa de la predicción. Por eso la retrodicción nomológica no siempre es posible.

La predicción es falible porque la teoría que la posibilite no sea verdadera o suficientemente verdadera”. (Ibid., p. 675) O, porque la información involucrada no sea precisa, o por fallas en la deducción de la ley al proyectandum.

10. **Ian Hacking** defiende un realismo experimental. “Consideremos real lo que podemos usar para intervenir en el mundo para afectar algo más, o lo que el mundo puede usar para afectarnos. La realidad como intervención no empieza a mezclarse con la realidad como representación hasta la

ciencia moderna. La ciencia natural del siglo XVII ha sido la aventura del entrelazamiento de la representación y la intervención.” (*Representar e intervenir*, p. 174) No debemos preguntarnos si los electrones son una representación verdadera, la pregunta es otra. “Los electrones no son maneras de organizar nuestros pensamientos o de salvar los fenómenos que han sido observados. Son maneras de crear fenómenos en algún dominio de la naturaleza. Los electrones son herramientas”. (p. 292) El libro concluye con un entusiasta elogio del realismo experimental: “La realidad es más grande que nosotros. El mejor tipo de evidencia de que tenemos este tipo de entendimiento es que podemos construir máquinas que trabajarán relativamente sin problemas, utilizando éste o aquel nexo causal. Así, la ingeniería, no la teorización, es la mejor prueba contra el antirrealismo científico acerca de entidades. Mi ataque contra el antirrealismo científico es análogo al ataque de Marx contra el idealismo de su tiempo. Ambos dicen que lo importante no es entender el mundo, sino cambiarlo. Tal vez haya algunas entidades que en teoría sólo podemos conocer a través de teoría (los hoyos negros). Entonces nuestra evidencia es como la de Lorentz. Tal vez haya entidades que sólo mediremos y nunca usaremos. El argumento experimental en favor del realismo nos dice que sólo los objetos del experimentador existen”. (:304).

BIBLIOGRAFÍA

Aristóteles, *Tratados lógicos*, Madrid, Gredos, 1964 (Tad. De M. Candel).

Ayer, Alfred. *The Foundations of Empirical Knowledge*, London, Macmillan, 1955.

Bacon, Francis. *Novum Organon*, London, Macmillan, 1963.

Black, Max. *Inducción y probabilidad*, Madrid, Cátedra, 1979.

Bunge, M. *Filosofía de la física*, Barcelona, Ariel, 1972.

_____. *Epistemología*, Barcelona, Ariel, 1980.

Carnap, Rudolf. *La filosofía della scienza*, Brescia, Editrice Scuola, 1972, 2a. ed.

Estudio introductorio de: Angelo Crescini.

Chalmers, Alan. *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Edición citada. (Ver para el tema de la inducción los dos primeros capítulos).

Copi, Irving. *Introducción a la lógica*, Buenos Aires, Eudeba, 1976.

Dampier, W. C. *Historia de la ciencia*, Madrid, Tecnos, 1972.

Deutch, David. *La estructura de la realidad*, Barcelona, Tusquets, 1999.

Díaz, Esther/Heler, Mario. *Hacia una visión crítica de la ciencia*, Buenos Aires, Biblos, 1992.

Echevarría, José Rafael. *El criterio de falsabilidad en la epistemología de Karl Popper*, Madrid, Guillermo del Toro Editor, 1970.

Eddington, Arthur. *Filosofía de la ciencia física*, Buenos Aires, Sudamericana, 1956, 3a.

Einstein, Albert. *La física, aventura del pensamiento*, Buenos Aires, Losada, 1974, 9a. ed.

Frankl, Philipp. *Filosofía de la ciencia*, México, Herrero Hermanos, 1965.

García R. y Piaget Jean. *Psicogénesis e historia de la ciencia*, México, Siglo XXI, 1982.

Hacking, Ian. *La domesticación del azar*, Barcelona, Gedisa, 1995.

_____. *Representing and intervening*, London/New York, Cambridge University Press, 1987. *Representar e intervenir*, México, Buenos Aires,

UNAM/Paidós, 1996. (Trad. De Sergio Martínez).

_____. *El surgimiento de la probabilidad*, Barcelona, Gedisa, 1995.

Hume, David. *An Inquiry Concerning Human Understanding*, 1748.

Traducción castellana de Félix Duque, Madrid, Editora Nacional, 1977.

Losee, J. *Introducción histórica a la filosofía de la ciencia*, Madrid, Alianza Ed., 1976.

Martínez, Sergio. *De los efectos a las causas*, México/Buenos Aires, UNAM/Paidós, 1997.

Mill, John Stuart. *A System of Logic, Raciocinative and Inductiv*. London, Longmans, 1904.

Nagel, Ernest. *La estructura de la ciencia*, Buenos Aires, Paidós, 1974.

Putnam, Hilary. *Razón, verdad e historia*, Madrid, Tecnos, 1988.

Riazza J. M. *Ciencia moderna y filosofía*, Madrid. BAC, 1969.

Rivadulla A. *Probabilidad e inferencia científica*, Barcelona, Anthropos, 1991.

Russell, Bertrand. *La perspectiva científica*, Barcelona, Ariel, 1975, 5a. De.

Stern, Alfred. *Problemas filosóficos de la ciencia*, Río Piedras, Editorial de la Universidad de Puerto Rico, 1976.

Torretti, Roberto. *Creative Understanding*, Chicago University Press, 1990.

Ursua, Nicanor. *Filosofía de la ciencia y metodología científica*, Bilbao, Desclée de Brouwer, 1981.

Whewell, William. *Philosophy of Inductive Sciences*, Londres, Parker, 1847.

Whitehead, Alfred North. *Aventura de las ideas*, Buenos Aires, Compañía Fabril Ed., 1961.

XIV. CIENCIA Y VERDAD

Separar el poder de la verdad de las hegemónías en el interior de las cuales funciona por un momento.

MICHEL FOUCAULT.¹

Ensayemos a describir las que parecen las aristas o dimensiones más decisivas de la verdad: racionalidad y verdad; socialidad y verdad; lenguaje, realidad y verdad; experiencia y verdad; historia y verdad.

1. **Racionalidad y verdad.** En general las teorías racionalistas de la verdad han insistido en la coherencia lógica como concepto definitorio de la verdad. Esta tesis me parece insuficiente porque una teoría puede ser muy coherente lógicamente (e incluso matemáticamente) y, sin embargo no resistir la evidencia empírica. Lo que sí puede afirmarse es que la coherencia lógica es una condición de todas las teorías filosóficas o científicas, formales o factuales. El criterio de racionalidad lógica es la coherencia. Sin embargo, este criterio de racionalidad lógica, aunque es una condición de toda teoría, no agota el aspecto de racionalidad que ha de quedar explicitado en una adecuada concepción de la verdad.

2. **El consenso racional.** Más radical que la coherencia lógica es el consenso que se hace necesario para servir de marco societario en el que se da la verdad. Es más radical porque la verdad no existe en un empíreo, sino que son seres humanos quienes se ocupan del saber, quienes determinan la ver-

1. Foucault, *Microfísica del poder*, p. 189.

dad o falsedad de las teorías. Y esto tampoco ocurre en abstracto, sino que son comunidades de sabios (científicos o filósofos) quienes en determinadas relaciones sociales establecen reglas, convenciones, valores, lenguajes, mediante los cuales juzgan acerca de la verdad o falsedad de las teorías. Distintos autores (Heidegger, Foucault, Vattimo) insisten en la apertura histórica que hace posible el que juzguemos de lo verdadero y lo falso. Pues bien, no es en ausencia de decisión humana como se da esa apertura histórica. Es de hecho una comunidad de sabios quienes en circunstancias determinadas abren el campo de inteligibilidad en el que se dan ciencias y saberes. Y ello se da mediante un cierto consenso. Así pues, el aspecto más radical de la racionalidad en que se produce la verdad se da en el consenso comunitario que la hace posible.

La cuestión del consenso está lejos de ser simple. No se trata de decir sin más que es verdadero lo que es objeto de consenso. Así formulada la aserción es harto problemática. Como se ha objetado con mucha razón: si la comunidad de los sabios acuerdan consensualmente dictaminar que una teoría es falsa y otra verdadera, entonces bastaría que dijeran que el sistema ptolemaico es hoy, por acuerdo comunitario, la verdad sobre el sistema solar. Se ve entonces que no es el mero consenso lo que hace a una teoría verdadera. Se requieren varias condiciones. Y no es la menor el que esa comunidad esté bien informada, para lo cual tiene que recurrir al criterio de empiricidad (que analizaremos luego). Un acuerdo consensual sin una buena base informativa resulta claramente irracional y arbitrario.

No es menos evidente que además de la información pertinente, un consenso ha de poder hacerse sobre la base de argumentos racionales. Y es esta racionalidad a la que me refiero como decisiva cuando hablamos de la racionalidad de la verdad. Sin buenas razones un consenso es arbitrario e irracional. La filosofía y la ciencia se divorciaron del mito cuando adoptaron la vía (método: camino) de la argumentación como

criterio de desarrollo del saber humano, en lugar del argumento de autoridad que el mito invoca al acogerse a la tradición. Si se quiere, la ciencia y la filosofía adoptan una tradición abierta de buscar buenas razones para sus teorías, y que uno ha de acogerse a esas buenas razones antes que a la autoridad de quien sea.

Aquí surge la objeción de los sofistas en la antigüedad y de Kuhn en las discusiones recientes. Esta objeción -muy real- apunta al hecho de que no siempre la comunidad científica se atiene a una estrategia puramente argumentativa (y en el caso de teorías científicas, experimentaciones y observaciones). Los sofistas -que eran buenos retóricos- alegaban que uno puede argumentar para persuadir y no sólo para convencer con la verdad. Aristóteles que era buen conocedor de la sofística no rechazaba de plano la retórica, como sí la rechazaba su maestro Platón. El Estagirita argüía que el lenguaje es un instrumento (*techné*) de que el ser humano dispone, y que puede hacerlo con fines distintos. Iba más lejos: lo que hace retórico un argumento no es su estructura argumentativa -que es la misma que la del argumento dialéctico- sino la finalidad de persuadir. Como el argumento puede ser válido, aunque las premisas sean falsas, entonces puede darse esa situación. Podemos usar argumentos para convencer con la verdad o para persuadir, aunque no digamos verdad. De modo que todo depende de si tratamos de convencer con la verdad o meramente de persuadir (sin verdad). Obviamente Aristóteles apuesta por lo primero pero sabe que lo segundo se da.

Por su parte Kuhn arguye que cuando ocurre una revolución científica, un cambio de paradigma- los científicos no se dejan convencer sólo con argumentos y pruebas experimentales, sino que se recurre a la retórica, y hasta llega a decir que el acceder a un nuevo paradigma es a modo de una conversión, en el sentido religioso del término. Lo que le valió la acusación de irracionalismo. Hay que notar que Kuhn no excluye de ningún modo la argumentación racional ni la prueba experimen-

tal; lo que dice es que en los cambios de paradigma la historia muestra que no son suficientes estos métodos racionales que en la ciencia "normal" constituyen parte del consenso comunitario. No se trata, pues, de generalizar el recurso a la retórica por parte de los científicos. Roberto Torretti, siguiendo la primera parte del argumento de Kuhn, es decir la racionalidad, ha mostrado importantes ejemplos de cambios científicos en los cuales han sido "razones" las que se han argumentado para pasar de una teoría a otra. Así pues, la exigencia de racionalidad argumentativa es necesaria. Por ello Habermas la denomina "condiciones ideales del habla". Lo que es necesario entender bien claro es que esa condición ideal no siempre es real.

Foucault va más lejos aún y establece que no sólo hay retórica en las comunidades científicas, sino que también hay relaciones de poder. Las relaciones de poder están incluidas en la teoría de Kuhn; pero Foucault es más radical porque arguye que las mismas no se dan sólo en los periodos de revoluciones científicas, sino también en lo que Kuhn denomina la ciencia normal. Ya he explicado ampliamente la teoría de Foucault.

Lo que se trata ahora es de pensar cómo es posible el consenso racional y razonable, y no meramente una relación de dominación. Michel Serres nos recuerda que los matemáticos griegos llegaron a una situación de isonomía en la que fue posible establecer una comunidad científica. "El *logos* aparece como discurso comunitario de los ciudadanos iguales, por lo que aparece como razón inmediatamente".² Si sólo hay relaciones de poder en el sentido de dominación, entonces el consenso no es entre iguales, sino mero dominio. Serres da a entender que la democracia griega favoreció -o sirvió de modelo- a la isonomía de la comunidad científica. Es necesario que la comunidad científica sea una comunidad de pares, es decir, de seres humanos en pie de igualdad. "El grupo igualitario de los pares constituye el sujeto del conocimiento, como si este

2. Michel Serres, *Los orígenes de la geometría*, México, Siglo XXI, 1994, p. 102

conocimiento tuviera como condición operatoria el reconocimiento recíproco de los individuos igualados". (Id., p. 247) No se trata, pues, de que no haya poder; la comunidad científica no es impotente, sino poderosa. Pero esta relación de poder es relación entre iguales, y entre iguales lo que cuenta para esa comunidad es el valor del mejor argumento y de las mejores pruebas. Podría decirse con Spinoza: la potencia de los individuos se ve aumentada y multiplicada por la asociación dentro de una comunidad. En este caso la relación de poder no es de dominación sino de potenciación, de hacer posible la comunidad científica como tal. Digamos que se trata de un equilibrio entre iguales.

Desde luego ese equilibrio se puede perder fácilmente, es muchas veces inestable y precario. Nada asegura que se mantenga el equilibrio que implica la isonomía. Las comunidades humanas suelen ser resistentes al cambio, y la comunidad científica no escapa a ese patrón. No es, pues, casual que Kuhn haya descubierto esas relaciones de poder precisamente en los momentos de innovación radical.

Lo que es necesario entender aquí es que las comunidades científicas (de sabios, pues hay que incluir a los filósofos, literatos y artistas), obedecen a dos sistemas de patrones (patterns) distintos. Un tipo de patrón son las reglas internas que la comunidad de sabios se da para su funcionamiento y que, como vimos, establece en pie de igualdad, relación de pares. Pero la comunidad de sabios es también una asociación humana, y como toda asociación humana obedece a patrones de comportamiento que son estudiados por la sociología. Las comunidades de sabios no son excepciones a las patrones de conducta social, pues son asociaciones humanas, 'demasiado humanas'. Rige en ellas la emulación, pero también la envidia; hay cooperación pero también competencia, mucha competencia; hay amistad y compañerismo, pero también enemistad y discordia; elogio, pero también censura; etc, etc. Y como dichas relaciones pueden estar siempre presentes, entonces no

se puede limitar la relación externa (patrón en el sentido sociológico) a los momentos de cambio ruptural.

El consenso, pues, se da; y puede darse sobre bases de reglas internas de funcionamiento para cada comunidad científica. Ese consenso puede ser racional y razonable; estar regido por el mejor argumento, por una actitud libre de presión. Pero nada quita que en un momento u otro ese equilibrio precario se rompa, y pasemos de relaciones entre pares a relaciones de exclusión o dominación. No es suficiente decir que la verdad se da desde una exterioridad salvaje, pues esa verdad llega a relucir cuando es finalmente aceptada por la comunidad de los pares. Irónicamente afirma Serres que la comunidad expulsa a sus revolucionarios, y luego los incorpora como precursores; afirma también que en ello no difieren de las iglesias y de los revolucionarios sociales. En general se usa un concepto "ideal" de consenso, como ocurre en la teoría de Habermas; idealidad que está lejos de coincidir con la realidad histórica del desarrollo del saber humano. Por eso me parece necesario concluir que cuando el consenso no se da, cuando las innovaciones teóricas a la cuales la comunidad de sabios es reticente, entonces no hay otra alternativa que entender la verdad como disenso. Frente a consensos autoritarios, sólo la anarquía puede valer. No hay que afirmar relativísticamente que 'todo vale', pero si es necesario apostar por el disenso cuando el dogmatismo y el autoritarismo impiden las alternativas innovadoras.

3. Lenguaje y verdad. La comunidad científica adopta un lenguaje. La apertura histórica de un campo de inteligibilidad para una ciencia determinada implica la adopción de un lenguaje. Galileo Galilei y Descartes tuvieron éxito en hacer de las matemáticas el lenguaje de las ciencias físicas. Es un acuerdo que no ha variado hasta el presente, sino que se ha confirmado para otras ciencias. No se trata de un destino del ser, como quiere Heidegger, sino de una decisión sobre bases de razonabilidad y eficacia.

La relación de lenguaje y verdad pasa por la referencia. La comunidad científica adopta un lenguaje con el cual referirse a lo real, con el cual podamos interpretar y describir lo real. La relación de la verdad con lo real se da a través del lenguaje, -aunque no sólo por medio del lenguaje-; es decir, se da en el cumplimiento referencial de los enunciados. Es verdadero un enunciado si se cumple su referencia. El problema ahora es cómo sabemos si se cumple la referencia. Y para ello no tenemos más alternativa que recurrir al criterio empírico.

4. Verdad y experiencia. La evidencia empírica es la forma como podemos confirmar si se cumple la referencia de un enunciado o de una serie de enunciados. En este sentido se puede afirmar que la verdad es la potencia de una teoría para dar cuenta de la empiria relacionada con su campo referencial. Las comunidades científicas determinan las reglas de validez de una teoría. En ellas se incluyen qué pruebas observacionales y experimentales han de hacerse valer. Mi tesis supone que las teorías no son autocontenidas. Es decir, que aunque existe un marco epistémico desde el cual se construyen los conocimientos, el marco es lo suficientemente lábil para permitir nueva información. Si el marco epistémico desde el cual se teoriza fuese una red tan tupida que no permite nueva información, entonces la teoría es autocontenida, y no hay manera de validar nuevo conocimiento. Es necesario reconocer el marco epistémico, ya no es posible defender un empirismo ingenuo. Los seres humanos percibimos ciertos aspectos de lo real, mediante órganos sensoriales, mediante la inteligencia; nuestro conocimiento está también mediatizado por el lenguaje, por la praxis social, etc. Por lo tanto, todo conocimiento supone unos medios mediante los cuales nos acercamos a ciertos aspectos de lo real. Esto, pues, justifica que no hablemos de una experiencia neutra, ingenua, sino de la experiencia humana dentro de un marco epistémico determinado. Los aspectos que conocemos de lo real los conocemos por la experiencia, la inteligencia y la razón. Nos movemos, pues, en el uso empiriológico de la razón. Así pues, desde la perspectiva del

conocimiento, sólo sabemos que se cumple la referencia de un enunciado o de una teoría por su evidencia empírica, en cuyo caso la declaramos verdadera; al menos mientras no aparezcan evidencias refutatorias.

C. Van Fraassen piensa que la adecuación empírica de la ciencia está reñida con la verdad real. Y defiende para la ciencia sólo la aceptación empírica, pero no una verdad real. “La tesis del empirismo constructivo, según la cual lo que importa en la ciencia es la adecuación empírica, y no las cuestiones de la Verdad”.³ Aunque las teorías afirmen mucho más allá de lo observable, sólo tiene importancia lo realmente observable. Fraassen denomina a esta teoría empirismo constructivo, pero su nombre en realidad es fenomenalismo. Mi posición es más bien un realismo empírico. Si las teorías son verdaderas, lo que aseveran lo afirman de lo real (o del campo de objetos factuales a los cuales se refiere la teoría); sólo que para saber si se cumple la referencia de la teoría necesariamente tenemos que recurrir a la experiencia (observacional u experimental). La experiencia es el modo de controlar y validar lo que decimos del mundo, pero si se cumple la referencia de nuestras teorías no se ve problema para que ellas sean verdades sin más y no mera adecuación empírica. La teoría sería *verdadera* si lo que ella afirma se cumple en el mundo real; es decir, si la parte del mundo de que la teoría habla es como ella dice que es. Este último sentido del término es el fuerte; en cambio, el sentido débil de verdad sería mera adecuación empírica. Si defendemos sólo la adecuación empírica nos comprometemos a decir que la teoría es verdad sólo con respecto a lo observable; no con respecto a lo inobservable. La ciencia es construcción de modelos que puedan resultar empíricamente adecuados; la ciencia no es descubrimiento de verdades sobre inobservables.

En el último capítulo del libro de Fraassen al que aludo, él

3. Bas van Fraassen, *La imagen científica*, México/ Buenos Aires, Paidós, 1996, p. 85.

modera con mucho su fenomenalismo. Esta vez concluye: “Que la inferencia científica consista en aceptar como verdaderas la mejor de las explicaciones (disponibles), es una posición que han sostenido, de diversas maneras muchos filósofos modernos”. (Ibid., p. 259) Luego prosigue: “Puesto que es una práctica científica correcta hacer inferencias hacia la mejor explicación, debemos adoptar este camino. Y así debemos aceptar, como una representación literalmente verdadera, la imagen que presentan nuestras mejores teorías científicas disponibles”. (Idem).

Lo que no podría aceptarse es la referencia a teorías factuales sin su correspondiente validación empírica. El criterio empírico para establecer la verdad de las teorías puede chocar con la objeción de que podrían darse más de una teoría que sea adecuada empíricamente. Pero esto es improbable. De todos modos siempre se ha de preferir la mejor explicación. La equivalencia entre teorías, como vimos, puede ser fuerte o débil; la fuerte se da como equivalencia en el lenguaje conceptual de la teoría, y la débil sólo se da en la base empírica. Pero puede ocurrir que dos teorías, que usan lenguajes muy diferentes, estén, sin embargo, hablando de lo mismo.

5. Verdad e historia. La misma condición empírica del saber impone su historicidad; en efecto, la confirmación empírica de una teoría nunca es definitiva porque siempre queda abierta a la posibilidad de refutaciones a causa de nueva evidencia, o de modificaciones radicales que hagan aparecer la teoría previa como un caso de una más general. Así pues, al ser provisional la confirmación de una teoría, ésta está sometida a cambios. La empiricidad lleva a la historicidad. El carácter provisional de la evidencia empírica conduce al carácter provisional o histórico de la verdad. Por eso como ya se dijo en la Edad Media “la verdad es hija del tiempo”. La mortalidad de las teorías científicas es un hecho casi cotidiano. Nuevas teorías son propuestas para sustituir o mejorar a las que quedan invalidadas total o parcialmente. Existen teorías que absorben

el núcleo de verdad de anteriores teorías. La mecánica newtoniana absorbe lo que había de verdadero en la astronomía de Kepler, en la mecánica galileana y en la cartesiana. Pero la historicidad de la ciencia no se da siempre de esta forma asumptiva. Hay teorías que desplazan por completo a sus antecesoras. El heliocentrismo suplanta sin más al geocentrismo; como el evolucionismo desplaza al fijismo. Aquí no hay una incorporación de verdades anteriores, sino una suplantación o desplazamiento. Cuando el cambio es asumptivo se trata de un cambio dentro de una cierta línea de continuidad; cuando el cambio es por desplazamiento, se trata de una discontinuidad o ruptura. En las mejoras graduales a una teoría o en la incorporación de una teoría en otra hay conservación de la verdad; y no la hay en las teorías que simple y llanamente suplantán o desplazan a otras. De acuerdo al criterio empírico de la verdad esto es posible porque la nueva evidencia es incompatible con la teoría anterior. De modo que tanto en el caso evolucionario como en el revolucionario es el criterio empírico-racional el que juega un papel decisivo. Es racional que cambiemos nuestras teorías, e incluso que las cambiemos radicalmente, si buenos argumentos racionales y empíricos nos sirven de base. Es más, sería irracional no hacerlo. Esto significa que la empiricidad se correlaciona directamente con la historicidad de la verdad. La ciencia y los saberes viven a diario del cambio. El cambio no es irracional, pues no se abandona una teoría injustificadamente. Las nuevas teorías han de poder explicar lo que las anteriores explicaban, además de evidencias nuevas que las anteriores no explicaban. En este sentido aunque se refute una teoría, se la deje de considerar verdadera, se gana porque adquirimos una mejor. En este apartado estoy analizando sólo el aspecto empiriológico e histórico de la verdad; aspectos que son decisivos. No hay que olvidar los factores externos que también intervienen en los cambios históricos de las teorías; pero ya los he analizado. El cambio no ocurre sin razón; aunque otros factores puedan estar presentes. Aristóteles caracterizó al ser humano como

animal, social (político) racional. Agreguemos que el animal social parece querer engullir al animal racional. Hay que ser lo suficientemente anárquico para que ello no suceda. Digamos que si Koyré nos habla de un *itinerarium mentis in veritatem*, hay que decir también que ese itinerario de la mente hacia la verdad pasa por cambios que pueden ser tan grandes como las revoluciones científicas. La verdad no dependería pues de una única instauración originaria de la ciencia, como pensaba Kant, sino de un itinerario muy complejo que pasa incluso a través de revoluciones. Acepto también la tesis según la cual después de una ruptura se pueden tender puentes hacia el pasado y así entender que la nueva teoría nos ayuda a iluminar anteriores afirmaciones.

Si quisiéramos resumir sintácticamente las distintas aristas de la verdad que he analizado se podría decir: *la verdad implica una determinada racionalidad consensualmente aceptada por una comunidad que adopta un lenguaje para interpretar lo real, lenguaje en el cual se formulan las teorías que han de ser comprobada s empíricamente y que, en cuanto dicha evidencia está siempre sujeta a renovación, ha de quedar en estado de apertura histórica*. Esto significa que nuestras estructuras veritativas no son definitivas, sino que están históricamente establecidas, es decir, son provisionales. Dentro de esa historicidad se da una dialéctica de conservación e innovación; algo se conserva, algo muere, y algo nace y renace.

En efecto, que las verdades tengan su acto de nacimiento, su emergencia y desarrollo, no significa que perezcan como un “ahora” momentáneo que ha de ser superado por otro ahora. No hay que confundir los marcos epistémicos en que se dan las ciencias (y demás saberes) con la verdad misma. Sin duda las verdades se dan siempre contextualizadas histórica y culturalmente, pero su validez es otra cosa. Se puede afirmar que las auténticas verdades –no lo que se tiene por verdadero momentáneamente– son histórico-intemporales. Las verdades son históricas porque emergen en un momento dado del tiem-

po; pero son intemporales porque si son verdades reales no pierden su validez. Desde luego, la validez, por lo general, no se mantiene intacta, tal como se enunció en el momento de su emergencia, sino que sólo con el tiempo se ve lo que realmente se mantiene de una verdad. Kant, a finales del siglo XVIII, creía que la lógica se mantenía incólume desde que Aristóteles la constituyó en ciencia rigurosa. Poco después, hacia finales del siglo XIX, Frege creó una nueva lógica, y luego se siguieron desarrollando en la misma línea. El silogismo aristotélico queda explicado dentro de la lógica simbólica; pero ya no tiene toda la pretensión que tenía en la lógica del Estagirita. Propiamente hablando la nueva lógica no invalidó la lógica aristotélica, pero le asignó un papel mucho más modesto en un contexto más general y formalmente más potente. No siempre pasa esto, pero es un ejemplo de historicidad de la verdad y a la vez de persistencia. No hay duda que los conocimientos humanos cambian demasiado y que no es fácil darse cuenta de lo que permanece y de lo que se desvanece por obra del tiempo. Son muchos los conocimientos que no resisten el paso del tiempo; pero no todo perece. La auténtica verdad, que es una verdad real, mantiene su validez más allá de las figuras históricas del saber.

Aunque las auténticas verdades son reales, es decir, se aplican a la realidad porque se cumple su referencia, sin embargo, no se puede decir que verdad y realidad es lo mismo. Con frecuencia se confunde verdad y realidad. Pero verdad es un concepto **relacional**. Lo verdadero dice relación a un entendimiento que formula hipótesis y que se esfuerza en validarlas de cara a procesos reales escrutables a la luz de la experiencia. Lo real son procesos, eventos, y personas. Ahora bien, si decimos que la verdad es relacional no podemos identificarla sin más con la realidad. Pues si el concepto de verdad es relacional, no podemos decir que haya verdades en ausencia de un entendimiento (humano o de algún otro ser racional como diría Kant) que piensa esas verdades, pues faltaría uno de los polos de la relación. En ese sentido no se puede hablar literalmente

de verdades eternas. Las verdades se enuncian en un momento dado de la historia de las culturas humanas. Si tienen fortuna persisten; persisten si no son refutadas en uno u otro momento. Las auténticas verdades no las destruye el tiempo, pero fueron formuladas en un momento histórico. Comienzan a ser en cuanto *verdades* cuando son formuladas y validadas, aunque puede darse el caso de que no finiquiten y resistan el paso del tiempo. Las matemáticas se suelen usar como ejemplo de verdades eternas. Pero cualquier sistema matemático es una construcción de inteligencias, construcción que se ha formulado en un momento u otro, que ha persistido, que se ha transformado. Ni siquiera la geometría euclidiana ha conservado la validez total de su sistema, puesto que a la luz de las geometrías no euclidianas se ha relativizado y ha pasado a ser una parte de un sistema más amplio. De modo que los teoremas de la geometría euclidiana sólo son válidos para el espacio plano; en un espacio curvo valen otros teoremas.

Si no hay *identidad* entre verdad y realidad, porque lo verdadero es un concepto relacional, entonces podemos decir que los sistemas de verdad subsisten mientras subsisten los seres humanos (o racionales) que las piensan, las defiendan, las validan. La verdad es un asunto humano y existe y subsiste mientras existan y subsistan comunidades humanas que las establezcan, las transformen y las defiendan. Como escribe Alfred North Whitehead: *La realidad es siempre exacta y sería absurdo inquirir si es verdadera o falsa. La verdad es la conformación de la apariencia con la realidad, conformación que puede ser mayor o menor, directa o indirecta.* (*Aventura de las ideas*, ed. ct. p. 251). Lo real no necesita de una inteligencia para existir; pero la verdad sí porque es una relación de esa inteligencia a lo real. No se puede, pues, confundir verdad y realidad. La verdad es obra de alguna inteligencia; lo real existe y subsiste sin una inteligencia que la piense o haga de ella objeto de conocimiento y verdad.

BIBLIOGRAFÍA

Aristóteles, *Metafísica*, edición citada.

Balibar, Etienne. *Los nombres de la verdad*, Buenos Aires, Nueva Visión,

Deleuze, Gilles. *Lógica del sentido*. Buenos Aires, Paidós, 1989,

Derrida, Jacques. *La verité en peinture*, París, Flammarion, 1978.

Díez J. y C. U. Moulines, *Fundamentos de filosofía de la ciencia*, ed. ct.

Foucault, Michel. *La verdad y sus formas jurídicas*, Barcelona, Gedisa, 1973.

_____ *Microfísica del poder*, Madrid, La Piqueta, 1977.

Fraassen, Bas (van), *La imagen científica*, México/Buenos Aires, UNAM/Paidós, 1996.

Heidegger, Martin. *Introducción a la filosofía*, Valencia, Cátedra, 2000.

Kuhn, T. S. *Estructura de las revoluciones científicas*, ed. ct.

Marx, Karl. *Tesis sobre Feuerbach*, Montevideo/Barcelona, Ediciones Pueblos Unidos.

Rojas Osorio, Carlos. "El problema de la verdad en la filosofía tardomoderna", *Diálogos* (Núm. 76, 2001).

Serres, Michel. *Los orígenes de la geometría*, MÉXICO, Siglo XXI, 1994.

Torretti, Roberto, *La geometría del universo*, Mérida, Universidad de los Andes, 1994.

Vattimo, Gianni. *Oltre l'interpretazione*, Bari, Laterza, 1994.

Veyne, Paul. *Cómo se escribe la historia*. Madrid, Alianza Editorial, 1984.

Wittgenstein L. *Investigaciones filosóficas*, Barcelona, Crítica, 1983.

XV. TEORÍAS DE LAS REVOLUCIONES CIENTÍFICAS Y TEORÍAS DE LAS REVOLUCIONES POLÍTICAS

*No hay razón alguna por la que el programa de investigación **ciencia** no pueda ser subsumido en el programa de investigación **sociedad libre** y las competencias modificadas y redefinidas como corresponde.*

PAUL FEYERABEND.

La racionalidad científica no es inmune a la razón política. Esto ya es evidente desde el postulado baconiano: “saber es poder”. Pero a partir de la década de los sesenta del pasado siglo XX esta conexión entre ciencia y política se ha enfatizado con el surgimiento de las teorías de los cambios conceptuales revolucionarios en el desarrollo histórico de las ciencias. El propio Kuhn nos dice haber tomado prestado el término “revolución” de la teoría política. Es de notar que el propio término “revolución” no significó siempre lo mismo. Al inicio de la modernidad fue utilizado por Nicolás Copérnico para una nueva teoría del sistema planetario: *De revolutionis orbis coelestium*. El significado aquí era el usual, revolución en el sentido de movimiento circular. De hecho esta manera de entender el término “revolución” nada tenía de “revolucionario” en el sentido que después adquirió; era más bien producto de una ontología estática, como la de la Antigüedad. Es a partir de la revolución francesa cuando el término “revolución” adquiere

el significado que ha tenido en la modernidad. Hanna Arendt hace el recuento del cambio de un significado al otro: *La fecha fue la noche del catorce de julio de 1789, en París, cuando Luis XVI se enteró por el duque de La Rochefoucauld Liancourt de la toma de la Bastilla, la liberación de algunos presos y la defección de las tropas reales ante un ataque del pueblo. El famoso diálogo que se produjo entre el rey y su mensajero es muy breve y revelador. Según se dice, el rey exclamó "C'est une révolte", a lo que Liancourt respondió: "Non Sire, c'est une **révolution**". Todavía aquí por última vez desde el punto de vista político, la palabra es pronunciada en el sentido de la antigua metáfora que hace descender su significado desde el firmamento hasta la tierra; pero, quizá por primera vez, el acento se ha trasladado aquí por completo desde la legalidad de un movimiento rotatorio y cíclico a su irresistibilidad*".¹

Según algunos autores posmodernos la modernidad va de una revolución hasta la otra, de la francesa a la rusa, siendo la modernidad la época de la revolución, y para algunos posmodernos neoconservadores esa era de la revolución habría finiquitado justamente con el derrumbe de la revolución soviética y la federación de repúblicas que la prohió y que llegó a la disolución en 1991.

Sea como fuere, es un hecho reconocido que el término "revolución" se ha aplicado tanto para las revoluciones políticas como para las revoluciones científicas. John Bernal escribe: *El Dr. Richter se opone a mi afirmación sobre la coincidencia de las revoluciones en la **ciencia** y en la **sociedad**. Lo que he dicho en realidad es que las dos revoluciones han tenido lugar al mismo tiempo. De hecho la revolución científica se inició veinte años antes que la política. Sin embargo no quiero dar a entender*

1. Hanna Arendt, *Sobre la revolución*, Madrid, Alianza Editorial, 1988, p. 48 (Trad. de Pedro Bravo).

Ver también de Toni Negri, *El poder constituyente*, Madrid, Prodhufi, 1994.

que aquella haya sido causa de ésta.² Bernal se está refiriendo a la revolución científica que da inicio a la Modernidad y a la revolución política que instaura la democracia y lentamente va desalojando los regímenes monárquicos.

Por su parte Bernard Cohen escribe: “he descubierto que el empleo de la palabra “revolución” en el contexto de la ciencia siempre refleja las teorías en boga, relativas a la revolución política y social, así como la conciencia de las revoluciones efectivas. Por eso las ideas sobre cada revolución científica se analizan contra el transfondo de la revolución social y política”.³ Pero Robert Richards nos dice que el concepto de revolución se aplicó primero a la ciencia que a los cambios políticos. “Un breve examen del término *revolución* sugiere que su aplicación al pensamiento científico no necesariamente deriva de las analogías con la rebelión política. En el *Oxford English Dictionary* se usó para describir cambios dramáticos en el pensamiento, por un largo período, a su uso para designar las rebeliones políticas. A finales del siglo XVIII, el término era ampliamente usado para designar transformaciones importantes en el curso de la ciencia”.⁴ Esta afirmación está de acuerdo con la aseveración de Hanna Arendt, ya citada, según la cual el concepto moderno de revolución en política no aparece hasta la revolución francesa, y específicamente la noche del 14 de julio de 1789. De todos modos, en general me parece válida la tesis de Cohen de la estrecha relación entre los conceptos de revolución científica y revolución política. Veremos también

2. John Bernal, *Historia social de la ciencia*, Barcelona, Ed. Península, 1973, 3ª. ed., vol. II, p. 481. (Notas). (Trad. de Juan Ramón Capella).

3. Bernard Cohen, *Revolución en la ciencia*, Barcelona, Gedisa, 1989, p. 11/ (Traducción de Daniel Zadunaisky). Esta obra es quizá la más exhaustiva acerca de las revoluciones científicas.

4. Richard Roberts: “El modelo de la selección natural”, en: Sergio Martínez y León Olivé (compiladores), *Epistemología evolucionista*, México, Buenos Aires, Paidós/UNAM, 1997, p. 152.

que John Bernal habla de ambas revoluciones en cuanto fundan la Época Moderna.

A lo largo de este libro he explicado varias teorías de las revoluciones científicas; lo que me propongo en esta parte es exponer unas ciertas correlaciones entre teorías del cambio conceptual en la ciencia y teorías del cambio sociopolítico. Correlacionando ambos tipos de teorías, tendríamos las siguientes posibilidades:

1. **Progreso** científico y progreso social.
2. **Revolución** científica y revolución política
3. Revolución científica y **microrrevolución** política.
4. Microrevolución científica y política.
5. Anarquismo metodológico/anarquismo político.

En realidad esta lista debería ser de $2 \times 2 \times 2 = 8$. Pues si tenemos tres clases de cambios: progreso, revolución y microrrevolución, para dos áreas de la actividad humana (ciencia y política), deberían ser ocho por simples razones de posibilidad matemática. (Aquí tomo el “anarquismo” como una de las variantes de la teoría y práctica revolucionaria). Pero me limitaré a las teorías conocidas, sabiendo eso sí que hay otras posibles alternativas dentro de una combinatoria virtual.

1. Progreso científico y progreso socio-político

La teoría del progreso científico y del progreso social es la que sostiene una forma de cambio evolutivo (no revolucionario) tanto para las teorías científicas como para los cambios sociales. Es necesario advertir, para todos los casos de esta clasificación, que **conscientemente** son excepcionales los pensadores que han trabajado en la doble línea del cambio (política y científica). O puede decirse también que han trabajado durante algún tiempo en uno de los focos del problema y luego en el otro. Esto pasa, por ejemplo, con Karl Popper y con Michel Foucault. Un filósofo que ha tenido en mente al mismo

tiempo ambos tipos de cambio ha sido Stephen Toulmin. El marxismo ha tenido primero una filosofía de las revoluciones sociopolíticas y posteriormente ha aplicado el concepto de “revolución” para las teorías científicas.

La teoría según la cual los cambios son graduales y evolutivos se encuentra en Popper, tanto para el desarrollo de la ciencia como para el cambio social. En su obra *The Open Society and its enemies*, ataca virulentamente a las filosofías holísticas como las de Platón, Hegel y Marx. Popper las denomina holísticas porque defienden un cambio global de la sociedad planeado desde el Estado. Popper propone, en cambio, una ingeniería social basada en reformas acumulativas. Lo mismo puede decirse respecto del desarrollo de las teorías científicas. Popper defendería lo que Suppes ha denominado “la concepción heredada”. Se la denomina así porque ha sido la teoría de los cambios conceptuales que implícitamente se venía defendiendo en las ciencias e incluso en la filosofía de las ciencias. Esta teoría defiende que: i) la ciencia progresa poco a poco, gradualmente; ii) que los cambios son acumulativos, es decir, las nuevas teorías recogen en una visión más amplia las antiguas teorías. Newton retoma las teorías de Copérnico, Kepler y Galileo, y las unifica en una sola teoría. Einstein nos daría una teoría de mayor amplitud; iii) que los cambios se realizan mediante métodos racionales: discusiones lógicas, epistemológicas y resultados experimentales u observacionales. Esta teoría no provee una explicación para la cuestión de la iniciativa individual del científico, lo considera como un proceso psicológico no explicado aún, análogo a la creación en el arte; iv) la teoría progresista del cambio científico es también internalista, es decir, explica el cambio conceptual en base a principios, teorías y procedimientos de la ciencia misma, y no a factores sociales o políticos que puedan actuar o dejar de actuar en el desarrollo de la ciencia.

Se puede decir que esta era la teoría más comúnmente aceptada antes de las teorías marxistas y de la revolución

kuhniana. De hecho ni siquiera se había conceptualizado explícitamente. Pues la teoría de la ciencia correspondiente a esta versión del desarrollo científico es una teoría lógica de la ciencia, basada o bien en el criterio de verificabilidad o en el criterio de falsabilidad. Lo histórico no era esencial en la teoría lógica de la ciencia, era un agregado incidental. Solamente después que surgió la teoría histórico-revolucionaria, los lógicos han venido a aclarar el desarrollismo científico. Esto es válido para el Círculo de Viena, el positivismo y el empirismo lógico. El caso de Popper es importante porque ilustra el progresismo tanto en lo científico como en lo social. No habría que pensar que todos los positivistas y empiristas lógicos fueran al mismo tiempo reformistas en lo social. De hecho algunos eran marxistas o simpatizantes del marxismo.

Es necesario tener en cuenta que hay muchas teorías evolucionistas tanto en biología como en epistemología. Por lo general en el siglo XIX las teorías evolucionistas en biología eran gradualistas (lo es en el propio Darwin); no es, pues, casual que muchos modelos evolucionistas en epistemologías invoquen directamente a Darwin como santo patrón de sus teorías. (Véase la antología de Sergio Martínez y León Olivé citada en la nota 4.) Popper mismo invoca varias veces a Darwin para su teoría evolucionista; pero no es el único. Por otro lado, no todas las teorías evolucionistas son gradualistas o continuistas, aunque los epistemólogos que la invocan es muy probable que adoptan posturas evolucionistas para contrarrestar la teoría de las *revoluciones científicas* (y quizá políticas). De todos modos, en el siglo XX, con la teoría de las mutaciones, la teoría de la evolución deja de ser necesariamente continuista. Foucault, por ejemplo, que no es continuista, utiliza con frecuencia el término mutación y transformación en su arqueología del saber. En el caso de Jay Gould hay una teoría de la evolución que no es continuista sino revolucionaria y hasta catastrofista. La estabilidad de las especies reina por larguísimos períodos de tiempo hasta que de repente se

produce el gran cambio⁵. (Desconozco si esta teoría de Gould se acopla a una correspondiente teoría epistemológica; pero podría ser compatible con la teoría de las revoluciones científicas de Kuhn).

2. Revoluciones científicas y revoluciones políticas

La teoría de las revoluciones tanto en lo social como en lo científico sostiene que en un momento dado de su desarrollo se producen rupturas radicales con respecto a un orden establecido. En el caso de Kuhn los paradigmas constituyen el modelo del saber establecido. En el caso del marxismo se trata obviamente de la ruptura con un orden social establecido. Al socialismo llegamos por revolución con respecto al sistema capitalista.

Kuhn se pregunta: *Frente a las diferencias tan grandes y esenciales entre el desarrollo político y el científico, ¿qué paralelismo puede justificar la metáfora que encuentra revoluciones en ambos?* Luego responde: *Uno de los aspectos del paralelismo debe ser evidente. Las revoluciones políticas se inician por medio del sentimiento, cada vez mayor restringido frecuentemente a una fracción de la comunidad política, de que las instituciones existentes han cesado de satisfacer adecuadamente los problemas planteados por el medio ambiente que han contribuido en parte a crear. De manera muy similar, las revoluciones científicas se inician con un sentimiento creciente, también a menudo restringido a una estrecha subdivisión de la comunidad científica, de que un paradigma existente ha dejado de funcionar adecuadamente en la explicación de un aspecto de la naturaleza, en el cual el mismo paradigma había previamente mostrado el camino. Tanto en el desarrollo político como en el científico, el sentimiento de mal funcionamiento que puede conducir a la crisis es un requisito previo para la revolución.*⁶ Este sentimiento de insatisfacción, agrega Kuhn, tam-

5. Stephen Jay Gould, *Time's arrow*, Harvard University Press, 1987.

6. Thomas S. Kuhn, *La estructura de las revoluciones científicas*, ed. ct. p. 149-150.

bién se da en cambios de paradigmas más pequeños (microrrevoluciones) como fue el descubrimiento de los rayos X. A continuación Kuhn señala otra profunda semejanza entre ambos tipos de revoluciones. *Las revoluciones políticas tienden a cambiar instituciones políticas en modos que esas mismas instituciones prohíben. Por consiguiente, su éxito exige el abandono parcial de un conjunto de instituciones a favor de otro y, mientras tanto, la sociedad no es gobernada completamente por ninguna institución. Inicialmente, es la crisis sola la que atenúa el papel de las instituciones políticas, del mismo modo, como hemos visto ya, que atenúa el papel desempeñado por los paradigmas.* (Kuhn, ib., p. 150-151). Al igual que en las revoluciones científicas, añade Kuhn, se da una división entre los partidarios de la revolución y los que se oponen a ella. La sociedad se divide en dos campos en plena confrontación. Cuando se llega a esta polarización, entonces *el recurso político fracasa.* (p. 151) Es decir, se da aquí otra profunda analogía entre las revoluciones científicas y las políticas. Así como en las revoluciones científicas llega un momento en que la diferencias de paradigmas es tan grande que una y otra parte no se entienden y no les basta los argumentos racionales, así también en las revoluciones institucionales los medios políticos dejan de ser operantes. Si la política es una continuación de la guerra por otros medios –Clausewitz–, entonces, en los períodos revolucionarios se retorna desde la política a la guerra (la violencia que suele acompañar a las revoluciones). Las instituciones sociales entran en crisis, y no hay una institución por encima de las grandes instancias en liza que pueda resolver la crisis; como en las crisis de paradigmas no hay una teoría por encima de ambos paradigmas que pueda servir de tribunal superior que las resuelva; es ahí donde interviene, como vimos, la retórica, la persuasión. Podemos concluir: lo que es la fuerza (e incluso la violencia) para las revoluciones políticas es la persuasión (fuerza del discurso) para las revoluciones científicas.

Bajo este aspecto Kuhn ha señalado algunos caracteres de la discusión entre científicos, como seres humanos, que antes

habían pasado desapercibidos. Aunque Kuhn dice hacer filosofía interna de la ciencia, sin embargo, bajo este aspecto podría decirse que hace sociología de la ciencia.

En el marxismo se pueden encontrar tanto la teoría del cambio social como la del cambio científico. Es verdad que Marx desarrolló específicamente el primero, pero al decir de Louis Althousser, Marx mismo se consideró como el Darwin no de la biología pero sí de las ciencias sociales. Además, el marxismo posterior ha asimilado la teoría del cambio científico a la del cambio social.

La teoría revolucionaria del cambio social supone que dadas las contradicciones del capitalismo, éste por fuerza de esas mismas contradicciones es llevado al colapso. La nueva sociedad, decía Marx, no es un mero ideal al que debamos aspirar, es la tendencia real y necesaria dado el sistema de contradicciones del capitalismo. La clase burguesa, en cuanto clase poseedora del capital, no estaría dispuesta a ajustarse a ningún cambio hacia una nueva sociedad, puesto que esto supondría su colapso como clase. Por lo tanto, a largo plazo la polarización entre capitalistas y proletarios será cada vez mayor, y sólo la clase trabajadora podrá, a partir de la base real de las contradicciones del sistema, unir fuerzas y asumir su rol revolucionario, destronar las fuerzas en el poder y asumir el poder.

Marx no piensa el cambio social como algo irracional. Al contrario, con la revolución se trata de asegurar el control racional de la economía. Mientras que en la sociedad capitalista la racionalidad funciona al nivel de la empresa, pero no al nivel global de la sociedad. El interés particular del capitalista se impone sobre lo socialmente necesario.

Los cambios conceptuales no son pensados por Marx en forma internalista. Pues las ideas cambian al cambiar las bases sociales sobre las cuales descansan. En este sentido el marxismo señala los intereses económicos que están detrás de los distintos movimientos ideológicos. Esto, como vimos, es

especialmente válido para las ideas filosóficas, artísticas, religiosas, morales y políticas. Marx la aplica también a las ciencias sociales, y excepcionalmente a las ciencias naturales. Las ideas, dice Marx, no tienen historia propia, porque su historia está relacionada con la de la sociedad. O sea, la explicación marxista es externalista.

En el científico e historiador de la ciencia John Bernal se puede encontrar desarrollada la teoría científica del cambio conceptual en sentido marxista. Este autor, aunque le da preponderancia a los factores externos, no desconoce la evolución interna de la ciencia y la ha expuesto con especial detenimiento. Es importante señalar que Bernal se muestra de acuerdo con T. S. Kuhn en la existencia de revoluciones científicas. Escribe Bernal: *Esta parece ser también la opinión del famoso historiador de la ciencia Thomas s. Kuhn. En **The Structure of Scientific Revolutions** destaca éste lo que llama 'paradigmas, o cuerpos de opiniones más o menos consistentes como la de Aristóteles o Galileo, cada uno de los cuales perdura en un determinado campo hasta ser destruido y sustituido por otro. A pesar de que según mi modo de ver se ha dedicado excesivamente al contenido ideológico de la ciencia, y por tanto poco a los factores tecnológicos, esta concepción dialéctica –pero no marxista–, al menos expresamente- de la historia de la ciencia coincide ampliamente con la mía y está apoyada por una masa enorme de pruebas históricas.*⁷

Althusser ha sido quien mayor importancia le ha dado, dentro del marxismo, a las revoluciones científicas. El filósofo francés recibió el influjo de Gaston Bachelard. Como científico y filósofo Bachelard insistió en las discontinuidades y rupturas que afectan a la historia de la ciencia. Especialmente en el momento histórico de constituir el campo de inteligibilidad de una ciencia. Esta tiene que romper con un pasado lleno de prejuicios e ideologías. Bachelard los denomina obstáculos epistemológicos.

7. John Bernal, *Historia social de la ciencia*, Barcelona, Ed. Península, vol. I, 1979, 5ª. ed. p. 551. (Trad. de Juan Ramón Capella); subrayado mío.

Sin embargo, la teoría bachelardiana de la discontinuidad no es irracionalista. Se trata, como solía decir, de una razón educada en la historia. Ni tampoco proscribire sino que resalta el progreso científico.

Althusser⁸, como se sabe, aplicó la teoría de la ruptura al pensamiento de Marx mismo. La discontinuidad se da entre el joven Marx y el Marx maduro. Se habría dejado de lado el humanismo que Marx había heredado de Feuerbach, para sustituirlo por la teoría económica de la historia. Pero con ello Marx habría llevado a cabo una revolución científica: la explicación de la historia por sus bases económicas. Marx funda así la ciencia de la historia. Aunque Marx no desarrolló propiamente la teoría de esta revolución en la ciencia histórica, sí la llevó a cabo ejemplarmente; sencillamente la practicó.

Althusser considera que otras tantas revoluciones científicas se han dado a propósito de las matemáticas con los geómetras griegos, de la física con Galileo y de la biología con Darwin. Marx se une así a la historia de las revoluciones científicas con la revolución en la ciencia histórica.

En breve, el marxismo sostiene que hay revoluciones sociopolíticas y que hay revoluciones científicas. Y que estas revoluciones surgen dentro del ámbito de una racionalidad histórica.

Finalmente, importa tener en cuenta la diferencia que hace Robert Richards entre dos tipos de teorías del cambio revolucionario en la ciencia. La primera es por lo general la de los historiadores que se han dedicado a estudiar la revolución científica que dio inicio a la ciencia moderna (Rupert Hall, Alexandre Koyré y Charles Gillispie⁹). Es necesario agregar también a Gaston

8. Louis Althusser, *Curso de filosofía para científicos*, Barcelona, Laia, 1975. *Escritos, I*, Bogotá, Ed. Contacto, 1971.

9. Sobre Koyré ver: Antonio Beltrán, *Revolución científica, Renacimiento e historia de la ciencia*, México, Siglo XXI, 1995. Rupert Hall, *The Scientific Revolution, 1500-1800*, Boston, Beacon, 1966. Charles Gillispie, *The Edge of Objectivity*, Princeton University Press, 1960.

Bachelard –físico, historiador de la ciencia y filósofo– quien también representa bien esta teoría. La idea básica es que la revolución científica ocurre una sola vez, en el momento de instaurar una ciencia dejando atrás su prehistoria no-científica. Lo que acabo de decir de L. Althusser también encaja en esta versión. Y en el capítulo X vimos que Roberto Torretti entra también en esta posición. Richards hace notar muy concienzudamente que quizá haya sido Kant el primero que enunció esta idea de revoluciones científicas que abren una ciencia a un campo de inteligibilidad como ciencia rigurosa. Richards se refiere al famoso “Prólogo a la segunda edición de la *Crítica de la razón pura*” de 1787. También Edmund Husserl en su famosa obra *La crisis de las ciencias europeas y la fenomenología trascendental*.

La segunda teoría de las revoluciones científicas la denomina Robert Richards “*gestáltica*” e incluye en ella a Kuhn, Hanson y Foucault. “El modelo de la *Gestalt* anima al historiador a interpretar las ideas científicas como partes de un complejo más amplio de significados; subraya la mutua determinación de estos elementos. El hermeneuta de la *Gestalt* científica comienza con un núcleo de experiencia o una idea paradigmática y se desplaza lateralmente, interpretando un símbolo del esquema en términos de los otros, incluyendo finalmente los significados social y culturalmente entretreídos”. (Richards, art. ct., p. 159) Como puede verse, esta teoría *gestaltista* incluye importantes factores sociales en la comprensión de la estructura y revoluciones científicas. Mientras que la primera alternativa habla de una sola revolución que instaura una ciencia y avanza así hacia la verdad, esta segunda alternativa habla de varias revoluciones científicas que cambian radicalmente al anterior paradigma o *episteme*. Según Richards, la verdad en este segundo caso depende de la coherencia interna del paradigma y toda teoría se mide dentro del paradigma sin que haya parámetros externos más allá de los paradigmas. Debe notarse que en el caso de Foucault, la *episteme* depende de una apertura histórica epocal (un poco en el sentido de Heidegger; ver capítulo XVII donde me extiendo sobre Foucault). No obstante, me parece que Richards no

acierta del todo en cuanto a Koyré, pues la suya puede considerarse por derecho propio una teoría *gestáltica*. Pues los marcos conceptuales los que son básicos a la hora de explicar la emergencia de las ciencias. En cambio, si hay dos diferencias que se mantienen: Koyré no recurre a factores externos y, sobre todo, defiende la idea de el progreso hacia la verdad a través de las revoluciones.

3. Revoluciones científicas y microrrevoluciones políticas

La filosofía de Foucault se articula alrededor de estas dos clases de cambio: revolución en la historia del saber y microrrevolución en lo político. También Foucault recibió el impacto de la obra de Bachelard y del propio Althusser, su maestro. El orden del saber de una época se articula alrededor de lo que Foucault denomina "*a priori* histórico". Se trata de principios subyacentes al saber de cada época. Estos principios se aplican no sólo a una ciencia, sino a las distintas ciencias, saberes que no necesariamente son científicos como la filosofía, y a otras positividades. Pero estos principios cambian de repente. Aunque los instauradores se formaron en la **episteme** de la época, sin embargo en algún momento dejan de pensar según los parámetros de su época y comienzan a pensar en forma distinta. Con ello se introducen cambios microrrevolucionarios, los cuales unidos a otros cambios también microrrevolucionarios, producen un cambio epocal, un cambio de *episteme*. No se trata, pues, de un sólo cambio, que de la noche a la mañana destruya el saber existente y mágicamente imponga otro. Se trata de varias transformaciones convergentes. El salto revolucionario puede producirse en distintos momentos, en distintas disciplinas, por diferentes sabios. *La idea de un solo corte que dividiera de una vez y en un momento dado todas las formaciones discursivas, interrumpiéndolas con un solo movimiento y reconstituyéndolas según las mismas reglas, es una idea inconcebible.*¹⁰

10. Michel Foucault, *Archéologie du savoir*, Paris, Gallimard, 1969, p. 228; *Arqueología del saber*, Paris, Siglo XXI, 1972, p. 294.

El resultado de varias microrrevoluciones es que en un cierto lapso de tiempo se produce una revolución que cambia toda la faz del saber epocal. Como se sabe, Foucault describe tres épocas: el Renacimiento, la época clásica y la época que va del siglo XIX a mediados del XX. Como señala Kuhn en su *Revolución copernicana*, la revolución científica moderna se dio a lo largo de un complejo proceso que duró cerca de cien años, pues va desde Copérnico y no se consolida por completo hasta Newton. En realidad Foucault no usa explícitamente el término revolución para significar estos grandes cambios epocales que instauran una nueva *episteme*, pero se muestra de acuerdo con la teoría de las revoluciones científicas de Kuhn. En una entrevista en que le señalan la semejanza de su teoría de las rupturas epocales con la teoría de las revoluciones científicas de Kuhn, Foucault aclara: *Es verdad que yo considero que el trabajo de Kuhn es admirable y definitivo*.¹¹ Se le pregunta por qué no citó a Kuhn en *Las palabras y las cosas*, y Foucault responde que leyó el libro en 1963-1964 cuando ya había terminado de escribir esta obra. No hay que olvidar que Kuhn también tomó inspiración de la escuela francesa de las ciencias, al igual que Foucault; me refiero a Alexandre Koyré, Georges Canguilhem, Gaston Bachelard, etcétera. Es decir, hay una fuente común a ambos pensadores.

En *Las Palabras y las cosas* se describe el orden interno del saber a lo largo de la modernidad. Las *epistemai* y sus revoluciones, todo ello a base de principios, conceptos y teorías. No entran en su consideración, en este libro, el examen de los factores sociales y políticos. Pero en *El orden del discurso* y demás obras sobre el poder, los poderes sociales y políticos pasan a primer plano. Las ciencias físicas se originaron en los procesos de investigación medievales, algo así como una transferencia de los métodos de investigación (*inquisitio*) eclesiásti-

11. Michel Foucault, *Dits et Ecrits*, Paris, Gallimard, 1994, vol. II, p. 239 (M. T.)

cos al modo de conocer la naturaleza. Las ciencias humanas se originaron en el examen policíaco, jurídico y carcelario de la época moderna. A la fuerza del poder judicial y policial nacieron las técnicas científicas de la psicología y la siquiatria. Así como la naturaleza fue sometida al enjuiciamiento experimental, con el fin de arrancarle (a la fuerza) sus verdades, asimismo hemos hecho con “el hombre”. Las ciencias todas son hijas de la inquisición y el examen policíaco. La verdad se produce por la fuerza del poder. La tesis de que las ciencias humanas y especialmente las psicológicas nacieron de la práctica del examen judicial y policíaco en la modernidad está bien ilustrada en *Vigilar y castigar*. Podemos, pues, resumir la idea de Foucault en su segunda parte de su desarrollo intelectual: se trata de una explicación externalista del saber (en todas sus formas) a base de poderes políticos. Lo que en Marx era determinación económica, en Foucault será la determinación política, “el engranaje en el que todos estamos”.

Ahora bien, en las obras políticas no se trata principalmente de explicar el desarrollo del saber. Fundamentalmente se quiere explicar un modelo “estratégico” del poder político. Sólo que la ciencia y todas las formas de saber aparecen complicados con el poder político. La política es la continuación de la guerra y la guerra la continuación de la política. La sociedad es un campo de fuerzas. La red de poderes cubre todo el espacio social.

En el desarrollo de la razón política llegamos con Foucault a la máxima potenciación. La razón política lo recubre todo, o casi todo. La verdad tiene una dimensión política. Todo discurso es un acto de compromiso en el que bendecimos o maldecimos.

En cuanto al **cambio político**, Foucault fue crítico del concepto de “revolución” y, en su lugar, habló de microrrevolución. La revolución se entendió como toma del poder del Estado, pero este tipo de revolución deja en realidad muchas cosas sin cambiar, como se vio en la Unión Soviética y en los

países del socialismo real. Según el modelo estratégico de Foucault, no existe un centro único del poder, sino que el poder se da en formas diferentes a lo largo y ancho de la retícula social. Poco ganamos con cambiar sólo el aparato central del Estado. Se trata, para Foucault, de violentar el poder en aquellos nudos donde se manifieste, y la lucha que le corresponde es la **microrrevolución**. No hay revolución global; o no la ha habido. Es más bien el poder el que globaliza. Así la lucha de los prisioneros, en que participó personalmente Foucault, es una microrrevolución. Lo mismo podría hacerse con el sistema educativo, judicial, etcétera. Tenemos, por tanto, macrorrevolución epistémica y microrrevolución política. Paradojas de la historia: en el mismo momento en que se comenzó a hablar de **revoluciones científicas** se comenzó a dejar de hablar de **revoluciones políticas**.

4. Revoluciones científicas sin revoluciones políticas

Considero en esta posición al historiador ruso de las ciencias Alexandre Koyré (1892-1964). Koyré aprendió de Husserl la idea de las *mutaciones esenciales* en la ciencia, como las de los matemáticos griegos y la de la física moderna. También enfatizó la idea de discontinuidad en la escuela francesa de las ciencias, con Gaston Bachelard. Estudió muy detalladamente el pensamiento de Galileo y la revolución astronómica. “Kuhn aprendió de Koyré a identificar la estructura y coherencia interna de sistemas de creencias distintos y discontinuos, lo cual marca el origen de su historia como historiador”.¹² Es decir, que la famosa teoría de los paradigmas de Kuhn tiene su origen en la historiografía de la ciencia de Koyré. No obstante, hay varias diferencias fundamentales entre Koyré y Kuhn.

12. Carlos Solís, “Introducción” a Koyré, *Pensar la ciencia*, Barcelona, Buenos Aires, Paidós, 1994, p. 15-16.

Educado con Husserl, Koyré rechazó siempre el psicologismo y toda clase de relativismo, sea histórico o sociológico. Como escribe Solís: “Puestas las cosas en este contexto objetivista y contrario al relativismo y al psicologismo, es muy improbable la interpretación de Koyré como sociólogo de las ideas”. (Solís, art. ct., p. 38) Como señala el mismo autor, Koyré era especialmente reacio a las interpretaciones materialistas y específicamente marxistas del desarrollo de las ideas; interpretación que como hemos visto es socioeconómica. Koyré separa platónicamente el reino de los hechos del reino de las ideas. En cambio, Kuhn, no es ajeno al enfoque sociológico, y hace entrar en la historia de la ciencia tanto los factores internos como los externos. Por otro lado, Kuhn es muy escéptico con respecto a la verdad; como vimos en esa sucesión de paradigmas las ciencias nada nos enseñan de la verdad ontológica, de la verdad de lo real. En cambio, Koyré ve la historia de las ciencias como la historia de un ser humano que progresa a lo largo de la historia, verdad a través de revoluciones; *itinerarium mentis in veritatem*. Otra diferencia es que Koyré no acepta lo que Kuhn denomina las ciencias baconianas; obviamente éstas son de inspiración empirista mientras que Koyré es racionalista platónico. (Cfr. Beltrán, 1995, p. 176).

No hay, pues, en el pensamiento historiográfico de Koyré una correlación entre revoluciones científicas y revoluciones políticas. Acepta las revoluciones científicas, pero no acepta explicaciones “políticas” o sociológicas en esas revoluciones, menos aún si son de corte materialista o marxista. “En los años de la guerra fría, cuando Koyré empezó a enseñar en los Estados Unidos de América, las veleidades marxistas no eran bien recibidas y esa actitud coincidía con la corriente idealista en la que se venía moviendo Koyré desde hacía años”. (Solís, art. ct., p. 33). Koyré había aprendido el realismo platónico en el ambiente husserliano de Gotinga, y parece haberse mantenido fiel a él. De hecho rechazó el idealismo *trascendental* de su maestro Husserl prefiriendo el realismo platónico.

5. Microrevoluciones científicas y políticas

Me apresuro a adelantar que en esta sección el panorama no es claro. Stephen Toulmin criticó duramente la teoría de las revoluciones científicas de Kuhn. Pero no me parece que su teoría se pueda clasificar igualmente que la de Popper. En primer lugar porque la teoría de Toulmin es abiertamente historicista, mientras que la de Popper no lo es. En segundo lugar porque Toulmin reconoce discontinuidades, aunque no revoluciones. “Ninguna teoría del desarrollo y la evolución científicas sería educada se dejase de hacer justicia a esas discontinuidades intelectuales”.¹³ Pero la teoría de Toulmin nos interesa porque conscientemente ha correlacionado los cambios conceptuales y los cambios sociopolíticos. Y en ambos casos se rechaza la idea de “revolución”. Para él se trata en ambas situaciones de explicar las cosas de una manera catastrófica, como hizo Cuvier con los cambios geológicos. Cuando los cambios son catastróficos (revolucionarios) se hace casi imposible asimilar el cambio. Es por esta razón que rechaza el cambio revolucionario. En la historia de la ciencia se insiste en las mediaciones que se dan entre una teoría y otra que supuestamente la destrona. Por ejemplo, la teoría física de Galileo tuvo su mediación en la física de la Escuela de París, con Buridán, Nicolás de Oresme, etcétera. Esta misma teoría de las mediaciones se encuentra en Bernard Cohen en su teoría de las transformaciones científicas.

En el caso de las revoluciones sociales, Toulmin adopta la misma actitud. Las revoluciones políticas comienzan destruyendo al rey Juan y terminan poniendo al rey Pedro, para volver a lo mismo. Toulmin no duda del hecho de que en la historia social se hayan producido revoluciones, pero duda de su

13. Toulmin, “¿La distinción entre ciencia normal y ciencia revolucionaria, resiste el examen?”, en Lakatos: *Crítica y conocimiento*, Barcelona, Grijalbo, 1975, p. 138. Ver también su obra fundamenta: *La comprensión humana*, Madrid, Alianza Editorial, 1977.

efectividad, de sus buenos resultados. Por tanto, prefiere, como en el caso de los cambios conceptuales, un cambio asimilable racionalmente. Tal vez el nombre de microrevolucionario no sea adecuado, puesto que éste término lo usa Foucault para su teoría y práctica política. Quizá podría decirse que Toulmin no esté muy de acuerdo con Popper en lo que se refiere al cambio científico (puesto que reconoce discontinuidades), pero parece cercano a Popper en cuanto al cambio social. Podríamos concluir que no hay un ejemplo típico de teoría microrrevolucionaria tanto en lo científico como en lo político, aunque lo hay en cada una por separado, Kuhn en lo científico y Foucault en lo político. Aunque, como vimos, Foucault reconoce microrrevoluciones en el orden del saber, como en el caso de Cuvier que él analizó.¹⁴

6. Anarquismo metodológico y anarquismo político

En Paul Feyerabend tenemos esta combinación de anarquismo en la teoría de la ciencia y anarquismo en la teoría política. Feyerabend arremete contra la racionalidad dominante en la ciencia y, específicamente, contra la idea de que hay un único método científico. No hay manera de establecer reglas fijas y ciertas que nos enseñen qué es el método científico, qué es lo racional y qué es lo 'objetivo'; se borra la frontera entre lo subjetivo y lo objetivo, por falta de criterios. Cuestiona toda metodología que hable de "principios científicos, inalterables y absolutamente obligatorios".¹⁵ No existe lógica del descubrimiento científico, pero tampoco lógica de la justificación. La conclusión contundente no se deja esperar, en cuestión de método podemos decir que "todo vale". Feyerabend, al igual que Kuhn, destaca la inconmensurabilidad en los procesos de cambios radicales en la historia de la ciencia. A diferencia de

14. "La situation de Cuvier dans l'histoire de la biologie", en *Dits et écrits*, vol. II, pp. 30-62.

15. Paul Feyerabend, *Contra el método*, Madrid, Tecnos, 1981.

Kuhn, Feyerabend no ve en la historia de la ciencia un único paradigma en cada momento, sino paradigmas en pugna y teorías contradictorias entre sí. Y él reconoce que es bueno que así sea. El dominio de un sólo paradigma restringe la libertad. Feyerabend aboga, pues, un pluralismo metodológico. Nuestro racionalismo occidental es un mito, y aceptemos con humildad que es eso, y nada más. No hay una racionalidad global y cualquier criterio racional tiene sus limitaciones. No obstante él subraya que esto no significa que no debamos proceder con algún criterio y alguna regla. Por lo general las reglas son contextuales. Algunas pretenden instituir la ciencia como una única tradición; pero la ciencia contiene muchas tradiciones.

Por otro lado, él relaciona esta metodología anarquista con la libertad. “Para un hombre libre resulta más apropiado el uso de esta epistemología que el uso de sus rigurosas y científicas alternativas”. (Ibid., p. 13) Y en otro de sus libros afirma: “Todo aquél que trata de resolver un problema –en la ciencia como en cualquier otra parte– debe *gozar de una absoluta libertad* y no puede estar constreñido por ninguna norma o requisito, por conveniente que éstos puedan ser”.¹⁶ El progreso en la ciencia se ha llevado a cabo no siguiendo las reglas sino violentándolas.

“Una sociedad libre es una sociedad en la que se conceden iguales derechos e igual posibilidad de acceso a la educación y a otras posiciones de poder”. (Feyerabend, 1988, p. 29) La discusión en una sociedad libre ha de ser abierta y sin traba alguna. A Feyerabend le interesa destacar que en una sociedad libre la sociedad debe estar separada de la ciencia. No debemos aceptar ningún dogmatismo, tampoco el de la ciencia. Quizá la afirmación que mejor recoja la unidad entre su propuesta política y a la vez metodológica sea la siguiente: *No hay razón*

16. Paul Feyerabend, *La ciencia en una sociedad libre*, México, Siglo XXI, 1988, p. 137.

alguna por la que el programa de investigación ciencia no pueda ser subsumido en el programa de investigación sociedad libre y las competencias modificadas y redefinidas como corresponde. (1988, p. 117).

Este breve bosquejo que he dado no es más que el planteamiento de un problema, y en verdad amerita una extensa y compleja investigación. Como dije, he tratado sólo algunos ejemplos de una combinatoria más amplia. He hecho ver algunas correlaciones importantes entre las teorías de las revoluciones científicas y las teorías de las revoluciones políticas. Mi conclusión *provisional* es que no sería extraño que una investigación a fondo encontrase que es el motivo político (o social) el que condiciona la adopción de una de las variantes de las teorías del cambio conceptual en la ciencia.

XVI. ETICA Y CIENCIA

La ética es una responsabilidad sin límites para con todo lo que vive.

ALBERT SCHWEITZER.

1. **La axiología** es la rama de la filosofía que atiende al estudio de los valores. La **ética** estudia los valores morales. Como parte de la filosofía, la ética es un saber racional, crítico y valorativo. El estudio de los valores no puede hacerse en forma neutra, sino que implica siempre un compromiso axiológico. La razón desde la cual procede la ética es la que Aristóteles y Kant denominaron razón práctica. La ética, en cuanto saber filosófico, no depende de dogmas teológicos ni se limita a reunir las normas morales de la sociedad. La ética adopta la forma de una reflexión crítica y puede diferir de los códigos morales socialmente aceptados. Las costumbres morales cambian con las transformaciones que se producen en la vida social de los seres humanos, y, por ello, la ética está llamada a reflexionar razonablemente sobre dichos cambios. Piénsese, por ejemplo, en la eutanasia; un problema moral ante el cual la ética tradicional reaccionaba en forma negativa; hoy, en cambio, con los cambios en las tecnologías médicas que alargan la vida del paciente, sin mejorar su calidad de vida, se replantea el problema y se buscan nuevas alternativas. Y así sucede con muchos otros problemas morales que la ética filosófica ha de enfrentar.

2. **La ética** se aplica a todas las actividades humanas. Esto es así porque en todas las actividades humanas nosotros tenemos una responsabilidad que cumplir. No hay actividad humana que escape a las valoraciones éticas. Allí donde una conducta depende de la responsabilidad humana, allí hay también un asunto ético. Ni la economía, ni el arte, ni la política se sustraen a nuestras valoraciones éticas. Se atribuye a Maquiavelo haber pretendido divorciar por completo la política de la moral. Puede pensarse más bien que él se limitó a describir la conducta del político, sin pretender establecer normas morales. El divorcio de la moral y la política conduce a lo que se denomina realismo político, que no es sino otro nombre para la aceptación más o menos cínica del poder por el poder, sin límite ni responsabilidad. El realismo político conduce al cinismo.
3. **Asimismo sucede con la ciencia**, o mejor con la investigación científica. No está libre de valoraciones éticas. Max Weber, en el ensayo “El científico y el político”, pretendía un divorcio entre la ciencia y la política. Y asumía que el científico está libre de valores, a diferencia del político. Weber partía de la tesis de la neutralidad de valores del hombre de ciencia. El reino de la política es el dominio en que se da la lucha de los dioses, como llama Weber a los grandes conflictos de valores a que se ve enfrentado el ser humano en la vida social. “Weber insiste en que la neutralidad del conocimiento exige al científico no tomar una posición, con base en un resultado estricto. Pero, si se examina esta recomendación weberiana, se descubre que no necesariamente el hecho de tomar posición sobre un resultado científico quita, a éste, su validez y objetividad”.¹ La verdad es que no hay neutralidad tampoco para el científico. La experiencia de la bomba atómica mostró que la

1. Carlos Morales, *El problema de la causalidad en el pensamiento de Max Weber*, Heredia (Costa Rica), Editorial Fundación UNA, 1992, p. 79.

ciencia puede servir para la destrucción de la humanidad o para su beneficio, pero en todo caso no es neutra. Einstein hubo de deplorar que su grandiosa fórmula de la energía haya sido el recurso teórico para la fabricación de la bomba atómica.

Por eso escribió. **“El conocimiento de la verdad como tal es admirable, mas su utilidad como guía es tan escasa que no es posible demostrar ni la justificación ni el valor de la aspiración hacia ese mismo conocimiento de la verdad. Por consiguiente, nos enfrentamos aquí con los límites de la concepción puramente racional de nuestra existencia”**.² Por su parte Robert Oppenheimer se negó a colaborar en la construcción de la bomba de hidrógeno.

Husserl se refirió acerca del poder manipulador de la ciencia. “En *La crisis de las ciencias europeas*, Husserl advirtió que la matematización de la naturaleza en la ciencia galileica supone, junto al ‘gran invento’ que eso representó, el emplazamiento de un dispositivo de manipulación de la naturaleza. Es decir, que el gran descubrimiento de las *idealidades* en la ciencia moderna implica a su vez un *encubrimiento* de las fuentes de sentido, una reducción de las preguntas acerca del significado y la razón. Por ende, una tematización restringida del mundo, que provocan un creciente alejamiento del mundo de la vida (*Lebenswelt*).”³

4. **Los valores** morales constituyen el asunto básico de la ética. El valor puede entenderse como la calidad positiva de las personas, los actos o las conductas. La calidad es la excelencia de una cosa o persona en su ser propio. Si la

2. Albert Einstein, *Mis creencias*, Buenos Aires, Ediciones Leviatan, 1986, p. 30. (Trad. de Alfredo Llanos).

3. Marcos García de la Huerta, *La ética en la profesión de ingeniero*, Santiago, Ediciones del Departamento de Estudios Humanísticos, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Univesidad de Chile, 2001, p. 122.

calidad es negativa, tenemos un contravalor; si la calidad es positiva tenemos el valor. El centro de referencia fundamental de los valores morales es la persona humana. Como bien estableció Kant: *Obra de tal modo que tomes a la humanidad en ti y en los demás como un fin y no como un medio*. Lo que valoramos éticamente lo es siempre en función de la dignidad de la persona humana, sus conductas y sus actos.

5. La ética se constituye sobre la base de una triple relación: relación consigo mismo, relación con el otro ser humano y relación con la naturaleza. En la ética se trata, pues, de la condición de persona del ser humano, de las relaciones interpersonales, y de las relaciones del ser humano con el resto de la naturaleza, aquellas otras cosas que no son propiamente hablando personas, pero para con las cuales tenemos también responsabilidades, como el deber de cuidar del medio ambiente y de proteger las especies vivientes. Las relaciones para consigo mismo dan lugar a una ética personal. Las relaciones para con los otros seres humanos constituyen una ética interpersonal. Y la relación de las personas con la naturaleza da lugar a una ética ecológica.
6. La ética personal se basa en el principio de la plenitud de la vida como máxima finalidad que los seres humanos perseguimos a lo largo de nuestra historia personal. La persona es el centro de la ética, porque sólo como personas somos entes capaces de moralidad. Junto con el principio y valor máximo de la plenitud de la vida, hay otros valores básicos que la ética personal tiene como fin propio. El respeto a la dignidad intrínseca de la persona humana, la libertad en cuanto arraigada en el ser mismo de la persona, la responsabilidad en cuanto principio ético fundamental, etcétera. La ética personal es una invitación de nosotros mismos a la realización de cada persona teniendo en cuenta las virtualidades de nuestro ser. Bien lo dijo el poeta griego

–Píndaro– *llega a ser el que eres*. La ética implica, pues, el autodesenvolvimiento de nuestro ser, la autoformación. O como dice Foucault, el hacer de nuestra vida una obra de arte.

7. La ética interpersonal implica unos valores fundamentales. Si mi ser ha de ser considerado como persona –y no como cosa- entonces debo extender ese valor de la persona a todo otro ser humano sin discriminación alguna. Todo otro ser humano es tan representante de la humanidad como yo mismo. Los valores propios de la ética interpersonal son: la solidaridad, la fraternidad, la amistad, el amor, la justicia, la piedad, la comprensión, etcétera. La investigación científica recurre con frecuencia a la experimentación con seres humanos. Su deber es tratar a *cada* ser humano como persona, tan digno como el investigador. De ahí que utilizar seres humanos en experimentos sin su consentimiento es, sin duda alguna, contrario al principio fundamental de la ética del carácter del ser humano como persona. La vida de *cada* ser humano, su libertad, su dignidad, merece el máximo respeto.
8. Los valores que se relacionan con la naturaleza son el aprecio por los dones inigualables que la naturaleza nos da y sin los cuales no podríamos vivir ni nosotros humanos ni ninguna otra especie viviente. Podemos resumir el máximo principio de la ética ecológica con las palabras de Albert Schweitzer: *La ética es una responsabilidad sin límites para con todo lo que vive*. Y Eugenio María de Hostos hablaba de un deber de gratitud para con la madre naturaleza de la cual hemos salido y a la cual regresamos.⁴ La situación de dependencia nuestra con respecto al mundo natural es tal que no nos salvamos si no salvamos también

4. Sobre los aspectos ético-ecológicos del pensamiento de Hostos ver mi artículo: “El concepto de Naturaleza y la ética ecológica de Hostos”, *Estudios Generales*, (8, 1993-1994).

al resto de los seres vivos. Sin oxígeno, sin agua potable, sin árboles, etc., no hay vida ni para nosotros ni para el resto de los vivos. La ética ecológica es una responsabilidad de los seres humanos actuales para con las generaciones futuras. No podemos ser tan egoístas que cuando actuamos pensemos sólo en nuestra situación actual sin tener en cuenta a nuestros hijos, nietos, biznietos, etcétera. Lo que hagamos ahora con el ambiente compromete también el bienestar y la salud de las generaciones futuras⁵.

9. Los seres humanos tomamos conciencia de los valores en forma más bien lenta y progresiva. No siempre existió el valor máximo del respeto a la persona como tal, ni siempre tuvimos conciencia de las responsabilidades del ser humano para con la naturaleza. La justicia se entendió en el mundo arcaico como ley del talión, “ojo por ojo, diente por diente”. Hubo que esperar a los profetas hebreos para tener un ideal de justicia más elevado. Por eso podemos decir que los valores son histórico-intemporales. Históricos porque el ser humano toma conciencia de ellos en un momento dado del devenir temporal; e intemporales porque una vez que hemos accedido a la conciencia de un valor sigue teniendo valor imperecedero. Los sistemas esclavistas consideraban a los esclavos como cosas, como instrumentos, “instrumentos vivos” los denominó Aristóteles; pero una vez que accedemos al valor del ser humano como persona, no podemos retrogradar. Quizá se planteen problemas de coordinación de valores, de jerarquización, pero una vez hemos evaluado algo como valor ya no tenemos excusa para olvidarlo o menospreciarlo. Los profetas hebreos nos enseñaron a hacer justicia precisamente con aquellos que más necesidad tienen. Con ello superaron no sólo la justicia como ley del talión,

5. Sobre la ética ecológica ver mi libro *El asombro del pensar*, Río Piedras/Santo Domingo, Isla Negra, 2001. (cap. 27).

sino también la supuesta justicia aristocrática según la cual ésta sólo debe darse entre iguales en poder y distinción. No podemos retroceder a estados pasados de valoración moral sin sentirnos culpables, puesto que tenemos conciencia de la importancia de dichos valores. La revolución democrática moderna nos enseñó los derechos inalienables de cada ser humano. Sería un retroceso sacrificar a la persona humana ante el ente colectivo. Al contrario, lo que hemos hecho es extender el reino de los derechos con mayor justicia a todos; las mujeres, para las cuales se pidió una declaración similar a los derechos del hombre en tiempos de la revolución francesa, pero no se logró. La mujer es persona con el mismo derecho que el varón. Y los niños no son propiedad ni siquiera de sus padres, porque propiedad es un concepto que aplica a bienes útiles, no a personas. Los padres y los maestros tiene el deber ético de tratar al niño como persona.

10. Es obvio que la ciencia no nos da los valores éticos, ni los estudia en su carácter propio. Pero ello no implica que la ciencia sea ajena a todo valor. La ciencia no nos da los valores éticos que el ser humano necesita para la dirección de su vida y la relación interpersonal, pues la ciencia natural y social es teórico-descriptiva y de las solas descripciones de hechos y sus ligazones (leyes) no podemos derivar valores éticos o prescripciones morales. David Hume nos enseñó que no podemos pasar del hecho a la norma. Es decir, que si un razonamiento tiene sólo premisas descriptivas su conclusión no puede ser normativa. George Moore acuñó la expresión “falacia naturalista” para referirse al paso indebido de cualidades naturales a valores o normas éticas. Incluso las ciencias sociales cuando estudian la moral sólo lo hacen en cuanto consideran los “valores morales” como hechos dados en la cultura de una sociedad (costumbres, mores). Sin duda el científico social –no menos que el filósofo– asume posiciones valorativas, pero ello parece inevitable a la hora de estudiar los fenómenos humanos.

11. Ahora bien, como ya dije, aunque la ciencia no cree ni investigue los valores éticos en cuanto valores (no como hechos), sin embargo, la ciencia implica un conjunto de valores éticos que son necesarios para la práctica de la investigación científica y que son connaturales a la ciencia. El aprecio por la verdad es un valor ético, y el mismo está en la base del conocimiento científico y filosófico. El saber como huida de la ignorancia es un valor cognoscitivo que la ciencia y la filosofía practica. Estudiaremos los valores propios de la ciencia a través de lo que algunos autores denomina el código ético de la ciencia.
12. **Los códigos de ética de los científicos.** Diversos estudiosos de la ciencia han destacado que la ciencia tiene su propio código de ética, como ocurre en todas las demás profesiones humanas. Examinemos al menos dos de estas propuestas. Robert Merton parte de la siguiente definición: “El *ethos* de la ciencia es ese complejo de valores y normas, con tintes afectivos, que se considera obligatorio para el hombre de ciencia. Las normas se expresan en la forma de prescripciones, preferencias y permisos. Son legitimadas en términos de valores institucionales”.⁶ Merton advierte que no se ha codificado propiamente el código ético de la ciencia, pero que puede hablar de él de acuerdo a los usos y costumbres de la comunidad científica, también se colige de los escritos que nos hablan del espíritu científico y de las discusiones en las que se expresa la indignación ante las violaciones a dicho código. De acuerdo a Merton las normas de procedimiento científico no son sólo obligatorias como metodología de la investigación, sino que también “se creen que son correctas y buenas. Son tanto prescripciones morales como técnicas”. (Ibid., 67) La ciencia como institución tiene como propósito la comunicación del conocimiento. Sus normas van dirigidas al cum-

6. Robert Merton, “Los imperativos institucionales de la ciencia”, en: *Estudios sobre sociología de la ciencia*, Madrid, Alianza Editorial, 1980.

plimiento de esta finalidad. Merton nos habla de los siguientes principios del código de ética de la ciencia: *universalismo, comunismo, el desinterés y el escepticismo organizado*. (Ibid., p. 67).

13. **El universalismo** *halla su expresión inmediata en el canon de que la afirmación de que algo es verdad, cualquiera sea su fuente, debe ser sometida a criterios impersonales preestablecidos: el acuerdo, la confirmación y el conocimiento anteriormente confirmado.* (p. 67-68) Se considera impropcedente cualquier discriminación por razones de raza, nación, género, clase social, etcétera. Los criterios particularistas quedan proscritos y sólo debe contar la objetividad. El carácter impersonal de la ciencia es lo que da cabida a este principio universalista. En algunos casos se dan tensiones como ocurre cuando este universalismo de la ciencia confronta oposición con actitudes etnocentristas o nacionalistas. Estos conflictos se hacen más evidentes en períodos de guerra, cuando la lealtad nacional se convierte en un imperativo primario. Pasteur escribió “El sabio tiene una patria, la ciencia no la tiene”.
14. **El comunismo** significa que [...] *los hallazgos de la ciencia son un producto de la colaboración social y son atribuidos a la comunidad.* (Ibid., p. 71) Las leyes y teorías científicas no son propiedad privada de nadie, ni siquiera de su autor o de sus herederos. *Los derechos de propiedad están reducidos al mínimo por la ética científica.* (Merton, ib., p. 71) El derecho de propiedad intelectual sólo establece el reconocimiento de los méritos y aportaciones del científico individual y ha de ser proporcional a su importancia. Sin duda hay competencia, pero los resultados han de ser “comunizados” sin dejar de reconocer al productor. Newton pudo decir: “Si he visto más lejos, es porque estaba encaramado sobre hombros de gigantes”. Se supone que la comunidad científica no opere con secretos. Los descubrimientos y conocimientos han de ser difundidos. John

Bernal escribe: “El crecimiento de la ciencia moderna coincidió con un definido rechazo del ideal del secreto”. Merton concluye la explicación de este principio del siguiente modo: “El comunismo del *ethos* científico es incompatible con la definición de la tecnología como ‘propiedad privada’ en una economía capitalista”. (Ibid., p. 73)

15. El desinterés. *La ciencia, como sucede con las profesiones en general, incluye el desinterés como un elemento institucional básico.* (Merton, *ibid.*, p. 74) Nótese que Habermas habla de los intereses presentes en cada una de las tres clases de ciencias de su taxonomía. Pero Habermas no está hablando de un interés particular del científico, sino de los *a priori* que conllevan cada una de las tres clases de ciencias. Las ciencias empírico-analíticas conllevan un interés técnico, su ideal es el control de los procesos naturales. Las ciencias histórico-hermenéuticas implican el interés práctico del *comprender* (*verstehen*), y las ciencias sociales buscan un interés emancipatorio. “Las ciencias modernas generan por ello un saber, que por su *forma* (no por su intención subjetiva) es un saber técnicamente utilizable, si bien las oportunidades de aplicación sólo se dieron posteriormente”.⁷

16. El escepticismo organizado *se relaciona de diversas maneras con los otros elementos del ethos científico. Es al mismo tiempo un mandato metodológico e institucional. La suspensión del juicio hasta ‘disponer de datos’ y el examen no comprometido de las creencias sobre la base de criterios lógicos y empíricos ponen a la ciencia en conflicto con otras instituciones*. (Merton., p. 76). El investigador científico ha de ser un pensador crítico, no un fanático de una secta. Este escepticismo científico, reconoce Merton, trae a la ciencia conflicto con otras esferas de la cultura como el mito y

7. Jürgen Habermas, *La ciencia y la técnica como ideología*, Madrid, Taurus, 1999, 4ª. Ed., p. 79 (Trad. De Manuel Jiménez Redondo y Manuel Garrido).

la religión. La objetividad científica exige que “la norma técnica de la prueba empírica, adecuada, válida y confiable, es un requisito para el mantenimiento de la predicción veraz”. (Ib., p. 67) Asimismo la coherencia lógica es un requisito para la sistematicidad de la ciencia.

17. Por su parte Mario Bunge reconoce los siguientes valores en la ciencia. Aprecio por la **objetividad**, es decir, que la verdad no depende de condiciones subjetivas, motivaciones personales, sino que venga de donde viniere es siempre la verdad. Sentido de **justicia**, es decir, saber reconocer las aportaciones de los otros al caudal de la verdad y la ciencia. **Tolerancia**, es decir, sin libertad y respeto por el punto de vista ajeno no hay progreso en la ciencia. **Honestidad**, es decir, saber reconocer los propios errores y defender nuestras teorías con autenticidad, sin recurso a medios fraudulentos. **Independencia de juicio**, es decir, la capacidad de no someterse a la autoridad y de convencerse a sí mismo con razones y o pruebas. **Coraje**, o sea, capacidad para defender la verdad y reconocer el error. *Honestidad intelectual, independencia de juicio coraje intelectual, amor por la libertad y sentido de justicia: cinco virtudes que el oficio de conocer exige y refuerza mucho más que el oficio de la ley, porque surge de un código interno, autoimpuesto, que responde a la mecánica de la investigación y no depende de sanción exterior.*⁸

Bronowski⁹ aboga por una interpretación racional de los valores. El problema de los valores se da cuando el ser humano busca unir sus necesidades de animal social con su necesidad de ser libre. La gran finalidad de los valores es mantener al ser humano en sociedad y preservar su libertad. También el pro-

8. Mario Bunge, *Ética y ciencia y técnica*, Buenos Aires, Editorial Sudamericana, 1997, p. 51.

9. J. Bronowski, *ciencia y valores humanos*, Barcelona, Lumen, 1968.

greso en la ciencia depende de la libertad y de la libre comunicación dentro de la comunidad científica y social. El científico que violenta los cánones de la comunidad científica es ignorado, se mata a sí mismo. Los valores de la ciencia se fortalecen en su propia práctica. La ciencia es exploración de nuevos hechos y para ello necesita del hábito de la verdad. Este hábito no es un dogma sino una necesidad del proceso de la ciencia. La independencia mental es necesaria para la novedad y originalidad de nuestras ideas. Por ello éstas son necesidades básicas de la ciencia. También debe haber tolerancia, sin ella los valores de la ciencia no serían posibles. El sentido de la dignidad humana es lo que nos une en una comunidad donde todos somos libres e iguales. Esta es la ética de la comunidad científica. La ciencia debe ser una oportunidad para que la mente se expanda libremente.

Concluamos con las siguientes palabras de Stewart Richards: *Una ciencia que busca fines meramente científicos no causa problemas cuando opera en el nivel de una actividad cultural, pero cuando ha alcanzado la escala masiva y el potencial que se observa en estos finales del siglo XX, y particularmente cuando opera dentro de una sociedad que carece de una ideología universal propia, presenta peligros del tipo más temible.*¹⁰

10. Stewart Richards, *Filosofía y sociología de la ciencia*, México Siglo XXI, 1987, p. 170 (Es recomendable la lectura de todo el capítulo 7; "Dimensiones ética de la ciencia").

Una importante antología con textos de Heisenberg, Ladrrière, y otros, es la de: Edgar Roy y Mario Alfaro, *Ética, ciencia y tecnología*, San José, Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1991, 3ª. Ed.

XVII. PENSAR LA CIENCIA EN LA TARDOMODERNIDAD

Si tengo razón, la característica esencial de las revoluciones científicas es su alteración del conocimiento de la naturaleza intrínseco al lenguaje mismo, y por tanto anterior a todo lo que puede ser completamente descriptible como una descripción o una generalización, científica o de vida diaria.

THOMAS S. KUHN

Varias e importantes transformaciones se han dado en las últimas décadas con respecto a la manera de entender el saber humano, incluida la ciencia. El estructuralismo, el postestructuralismo, el posmodernismo, etcétera, son tendencias de la modernidad tardía que han venido a operar estas transformaciones. Utilizaré el término “tardomoderno” para designar este período de la última modernidad en que estamos viendo.

Las reflexiones que me propongo llevar a cabo en el curso de este taller tratan de presentar una síntesis de las transformaciones del saber operadas en la modernidad tardía. Primeramente voy a destacar el giro lingüístico.

El giro lingüístico en lo que respecta a la ciencia viene a resumirse en la idea de la ciencia como lenguaje. Se hace necesario distinguir varias tendencias del siglo XX en este aspecto. Pues ya el empirismo lógico dio importancia a la cuestión del lenguaje en lo relacionado con la ciencia, pero esta filosofía concluía en un formalismo, y está muy lejos de lo que afir-

ma el pensamiento tardomoderno. El empirismo lógico daba importancia a la ciencia como lenguaje; un lenguaje cuya significación está en la verificación que lleva a cabo. Las ciencias formales como la lógica y las matemáticas eran consideradas relaciones sintácticas entre signos, meras tautologías. Y a la filosofía se le encomendaba la misión de analizar el lenguaje de la ciencia, con el consiguiente despojo de la filosofía de todo contenido metafísico por inverificable.

Ludwig Wittgenstein fue mucho más lejos que el positivismo lógico, especialmente en su segundo período donde la tarea de la filosofía como análisis del lenguaje se realiza consistentemente. Estudia el conocimiento humano ambientándolo en las formas de vida de las cuales forman parte también el lenguaje. La verdad, afirma Wittgenstein, es parte del entendimiento de los seres humanos y los seres humanos se entienden por el lenguaje; pero el lenguaje es parte de una forma de vida. “¿Dices, pues, que la concordancia de los hombres decide lo que es verdadero y lo que es falso? Verdadero y falso es lo que los hombres *dicen*; y los hombres concuerdan con el lenguaje. Esta no es una concordancia de opiniones, sino de formas de vida”. (Wittgenstein, *Investigaciones filosóficas*, §241).

El giro lingüístico de Wittgenstein es, pues, también un giro antropológico, porque desplaza la atención hacia las culturas con sus formas de vida. Asimismo, es importante en Wittgenstein la idea de los juegos del lenguaje. Mientras que la filosofía moderna privilegiaba la epistemología, es decir, la teoría del conocimiento, ésta queda desplazada por la atención a los juegos del lenguaje. Los juegos del lenguaje son muchos, y el juego del lenguaje descriptivo, que es el de la ciencia, es uno entre otros. Recordaré, aunque no sé si tengo tiempo de insistir en ello, que el pensador posmoderno Francois Lyotard nos dice inspirarse directamente en Wittgenstein y específicamente en la idea de los juegos del lenguaje. Lyotard insistirá en la idea de que la posmodernidad no tolera metarrelatos porque

cada juego del lenguaje juega su propio juego, del mismo modo que la ciencia juega el suyo. Wittgenstein nunca dijo que los juegos del lenguaje sean inconmensurables; pero Lyotard piensa que esta idea se desprende directamente del análisis de los juegos del lenguaje que hace el filósofo vienés. También Richard Rorty se acoge a la idea wittgensteiniana de que la ciencia sigue sus propios métodos y su propio juego y que la ciencia no tiene necesidad de pedirle a la filosofía que aclare los mismos. Lyotard atribuye a Wittgenstein ser el instaurador del giro lingüístico. Aunque el giro lingüístico es completamente explícito en el filósofo vienés, sin embargo, otros autores asignan esa paternidad a otros filósofos.

El estructuralismo hizo de la lingüística la ciencia piloto al menos para las ciencias humanas. Puede decirse que este fue un jalón importante en el desarrollo de lo que luego será el pensamiento tardomoderno. En éste no son únicamente las ciencias humanas las que se configuran como un lenguaje, sino la totalidad de las ciencias; formales, naturales, sociales y humanas. Es necesario tener en cuenta la labor de distintos investigadores y la interpretación que hacen del giro lingüístico.

Foucault invoca el nombre de Nietzsche como el pensador que introdujo en la filosofía la idea de que la ciencia y los saberes humanos dependen casi completamente del lenguaje. Hasta la metafísica, afirma Nietzsche, depende de la gramática. Y nuestro pensamiento sería diferente si distinta fuera nuestra gramática. Nietzsche filólogo, estaba bien preparado para llevar a cabo ese cambio radical. El punto que constituye el viraje hacia la lingüistización del saber y la ciencia, en Nietzsche, lo constituye la hipótesis según la cual no sólo interpretamos textos, sino que todo saber es interpretación. Se pasa así de la interpretación de textos a la interpretación de hechos. La hermenéutica como interpretación de textos es tan antigua como los griegos cuando se hacían exégesis de los textos homéricos, o los padres de la Iglesia cuando interpretaban la *Biblia*. Pero la idea de que todo es interpretación y que la interpretación de

textos no es suficiente, sino que es necesario leer los hechos como interpretaciones. Nietzsche supone que el mundo es un gran libro y que ese texto de la Naturaleza puede ser interpretado. Por ejemplo, él dice explícitamente que las leyes de la naturaleza son interpretaciones, y no el texto mismo de la naturaleza. La filología de los textos se convierte en filosofía del lenguaje con el cual habremos de interpretar el texto *natura*. Nietzsche lleva a cabo una doble operación con respecto a la ciencia. Por un lado hace algunas críticas relevantes de la ciencia moderna, y, por otro lado emprende la tarea de interpretar la ciencia desde el arte, y el arte desde la vida.

No olvidemos que después de los escritos de juventud, Nietzsche entra en un periodo ilustrado, y que algunos llegan hasta llamar positivista. Pues bien, en este periodo ilustrado la ciencia juega un papel muy importante. Considera la ciencia, junto con el arte, como instrumentos necesarios de la crítica de la metafísica, de la religión y de la moral. Arte y ciencia aparecen en el Nietzsche ilustrado como las dos alas del cónдор pensamiento, para tomar prestado a José Martí esta bella metáfora. Nietzsche admira los métodos de la ciencia, por lo que tienen de detallistas, evitando así vagas generalizaciones. “La filosofía histórica [...] no se puede concebir en modo alguno separada de la ciencia natural, el más reciente de los métodos filosóficos”. (*Humano, demasiado humano*, I, 1).

La crítica que lleva a cabo Nietzsche de la ciencia moderna apunta en varias direcciones. Las categorías básicas de que depende la ciencia son metafísicas, y esa metafísica es una falsificación llevada a cabo por la gramática. Las categorías de la lógica son categorías gramaticales. Son simplificaciones que el lenguaje lleva a cabo para adueñarse de los fenómenos. En la naturaleza no existen identidades absolutas como las que la lógica nos hace creer y que sirve de base al principio de no-contradicción. No hay dos sujetos idénticos. Por eso mismo la categoría de sustancia es una simplificación. Lo que hay es devenir, nunca sustancias idénticas. La ciencia opera como la

lógica, reduciendo la multiplicidad caleidoscópica de las cosas a unas supuestas cualidades comunes. Ya Leibniz había notado cuántas diferencias hay entre una hoja y otra hoja. El concepto es el intento de asemejar las cosas más desemejantes en la monotonía de lo idéntico. Las palabras y los conceptos son metáforas con las cuales leemos la realidad. Cuando esas metáforas se fosilizan las llamamos verdades. Las verdades son metáforas gastadas, como monedas que han perdido su efigie y su brillo.

Pero Nietzsche cree que es posible una gaya ciencia, una ciencia alegre, un saber jovial. Y por eso piensa la ciencia desde la perspectiva del arte, y el arte desde la perspectiva de la vida. En efecto, hasta ahora la ciencia no ha mostrado que tenga un fin, un proyecto grande, una gran perspectiva con una gran finalidad. La ciencia sólo tiene sentido si sirve a la vida, si se pone a su servicio. La ciencia inspirada por el arte no deja que los métodos científicos maten al investigador, sino que le permite pensar la ciencia como una poiesis. Como una tarea interpretativa y, por tanto, ficcionadora y creativa. Los conceptos que maneja el científico son convenciones sociales. Pero el científico puede ser poeta, ser creativo, y ver la ciencia como libre creación, ficcionar ideas interpretativas, un lenguaje que nos permita leer el texto **natura**.

Foucault creó lo que él denominó arqueología, el cual es un modo de problematizar los discursos. Las ciencias y los saberes se configuran desde determinadas prácticas discursivas. En su obra *Arqueología del saber* desarrolla pormenorizadamente esta cuestión de la configuración del saber desde el discurso. El saber humano no es la descripción sin más de lo que vemos o percibimos. No es al nivel de la experiencia inmediata o vivida como se forma nuestro saber. Todo saber “forma” unos objetos, y es de éstos, y no de la realidad inmediata, que habla; el ‘objeto’ es formado dentro de una determinada práctica discursiva. Ya Kant había establecido que la ciencia no habla de las cosas en sí, sino de los fenómenos; es decir de los objetos constituidos a partir de un sistema categorial del

entendimiento y de la sensibilidad. El científico no describe sin más lo que ve, él interroga a la naturaleza, pero la interroga desde el interior de determinados principios *a priori*. El científico no hace preguntas ingenuas a la naturaleza, más bien él lleva consigo unos principios y unos procedimientos dentro de los cuales la interroga. La diferencia de Kant con lo que dice el pensamiento tardomoderno es que éste pone en primer lugar en el lenguaje, y Kant se mantuvo dentro de la tradición platoaristotélica según la cual la idea es primero y luego viene la palabra como mera expresión de la idea. La palabra sólo sería el revestimiento externo de la idea. La Dra. Cristina Lafont ha mostrado que fue Hamman en una reseña de la *Crítica de la razón pura* quien da un viraje hacia el lenguaje, pues este autor le cuestiona a Kant el hecho de que hable de una razón demasiado pura cuando en realidad para estudiar la razón es necesario ir al lenguaje y a las culturas. Herder y Humboldt adoptan la misma perspectiva. De acuerdo a Lafont es necesario llevar el giro lingüístico hasta Hamman.

Volvamos a Foucault. Mientras que Kant elabora un sistema *a priori* para fundamentar el conocimiento, pero un sistema que no tiene en cuenta la mediación del lenguaje y supone un sistema atribuido a un sujeto trascendental atemporal y ahistórico, Foucault piensa en la constitución del saber desde el *a priori* del lenguaje (o del discurso) y desde un *a priori* histórico. Nuestro saber se constituye desde el lenguaje, y sus principios *a priori* cambian epocalmente. Foucault denomina “episteme, el conjunto de las relaciones que pueden unir, en una época determinada, las prácticas discursivas que dan lugar a unas figuras epistemológicas, a unas ciencias, eventualmente a unos sistemas formalizados; el modo según el cual en cada una de esas formaciones discursivas se sitúan y se operan los pasos hacia la epistemologización, a la científicidad, a la formalización”. (AS, 323). El estudio de las prácticas discursivas es la arqueología. Más tarde Foucault agregará que el discurso se articula con el poder. Es decir, agrega la perspectiva genealógica.

Comencemos con el discurso como conformador de los objetos de la ciencia y el saber. Foucault empieza constatando el hecho de la existencia del lenguaje. Hay lenguaje. Este es el hecho mismo del existir del lenguaje. Este reconocimiento de la mera existencia del lenguaje es el equivalente al “yo pienso” fundador de la teoría del conocimiento moderna con Descartes. “La verdad griega, escribe Foucault, se estremeció, antiguamente ante esta sola afirmación: ‘miento’. ‘Hablo’ pone a prueba toda la ficción moderna. [...] Estoy a buen recaudo en la fortaleza inexpugnable donde la afirmación se afirma, ajustándose exactamente a sí misma, sin desbordar sobre ningún margen y conjurando toda posibilidad de error, puesto que no digo más que el hecho de que hablo. [...] Es, por tanto verdad, irrefutablemente verdad, que hablo cuando digo que hablo”. (PA, p. 8-9) Lo que hace el “hablo” no es “sino la exposición del lenguaje en su ser bruto, en su exterioridad desplegada”.¹ (PA, 11).

El lenguaje existe, y desde el lenguaje conformamos todos los objetos de que nuestros saberes y nuestras ciencias hablan. Los “objetos” de que hablan las ciencias y los saberes se configuran a través de las prácticas discursivas. No se habla de las cosas, sino de los ‘objetos’ ‘formados’ en esas prácticas discursivas; como Kant no habla de la cosa en sí misma, sino del fenómeno, es decir, del objeto en el marco de nuestra experiencia configurada ella por todo un marco categorial *a priori*. Se trata, escribe, Foucault, de “sustituir el tesoro enigmático de las cosas previas al discurso por la formación regular de los objetos que sólo en él se dibujan. Definir esos objetos sin referencia al fondo de las cosas, sino refiriéndose al conjunto de

1. En *Arqueología del saber* también afirma: “Se trata de suspender, en el examen del lenguaje, no sólo el punto de vista del significado (ya se ha adquirido la costumbre) sino del significante, para hacer aparecer el hecho de que aquí y allá –en relación con dominios de objetos y sujetos posibles, en relación con otras formulaciones y reutilizaciones posibles– *hay lenguaje*.” (AS, p. 188). O también: “El lenguaje, en la instancia de su aparición y de su modo de ser es el enunciado”. (AS, p. 191).

reglas que permiten formarlos como objetos de discurso y constituyen así sus condiciones de aparición histórica". (AS, 78-79; 65). En cada época de la historia no se habla de cualquier cosa, sino que se habla de los objetos formados por el discurso en una red compleja de relaciones fundada históricamente. Un discurso se caracteriza por la manera en que forma sus objetos. En el discurso los objetos tienen su regla de formación y su ley de aparición. Es el discurso el que establece la posibilidad de que podamos hablar de ciertos objetos, y no de otros; en él se "determinan el haz de relaciones que el discurso debe efectuar para poder hablar de tales y cuales objetos, para poder tratarlos, nombrarlos, analizarlos, explicarlos, etc". (AS, 75). La formación de los objetos se determina por el conjunto de reglas inmanentes a una práctica discursiva y que definen el objeto en su especificidad. Así, las ciencias psiquiátricas hablan de la locura, esta locura es un objeto conformado por el discurso de la época clásica. Es en la superficie del lenguaje, en cuya consistencia se conforman los objetos del saber y de la ciencia.

El discurso es una familia de enunciados. Y las prácticas discursivas se constituyen por las reglas mediante las cuales se forman los objetos del discurso. El discurso tiene una existencia material, es un texto escrito, una gráfica, etc. En su materialidad el discurso está sujeto a parámetros espaciotemporales que la arqueología debe poder analizar. Los enunciados de un discurso comparten con otros unas mismas reglas de formación y de transformación, unos mismos estatutos. Todo enunciado supone otros enunciados; forma parte de una serie o de una sucesión. Se trata de una descripción pura de los acontecimientos discursivos y de las unidades (los discursos) que en ella se forman. "Restituir los enunciados a la dimensión de acontecimiento". (AS, 45). Las formaciones discursivas constituyen un campo finito formado por secuencias de enunciados. El enunciado ha de ser descrito en la singularidad de su acontecer y en los límites dentro de los cuales existe, pero también los enunciados que lo vinculan con otros enunciados, y todavía más ha de poder ser analizado en la re-

gularidad a que da lugar. Afirma Foucault: “La ciencia encuentra su lugar en una regularidad discursiva y en ella, y por ella, se despliega y funciona en todo un campo de prácticas discursivas o no”. (AS, p. 311)

Relacionado con Foucault es necesario tener en cuenta también lo que él denomina la genealogía. Mientras que la arqueología tiene en cuenta la problematización del discurso, la genealogía tiene en cuenta las relaciones de poder. El saber y el poder no son ajenos el uno al otro. “Saber y poder se articulan en el discurso” escribe Foucault. Este aspecto mira más bien al funcionamiento de las comunidades científicas. La formación de los “objetos” de una ciencia o un saber determinado es resultado también de discusiones en las comunidades científicas, y en ellas se establecen reglas, valores, prescripciones. Estas comunidades funcionan normalmente dentro de las distintas disciplinas científicas, pero también ocurren procesos de exclusión; diferencias tan grandes en el seno de las mismas que llevan a rupturas y exclusiones.

Un procedimiento que es común a la ciencia y al poder es lo que Foucault denomina “el cuadro”. “La construcción de cuadros ha sido uno de los grandes problemas de la tecnología científica, política y económica del siglo XVIII: disponer jardines de plantas y de animales; y hacer al mismo tiempo clasificaciones racionales de los seres vivos; observar, controlar, regularizar la circulación de las mercancías y de la moneda y construir así un cuadro económico que pueda valer como principio de enriquecimiento: inspeccionar a los hombres, comprobar su presencia y su ausencia y construir un registro general y permanente de las fuerzas armadas: distribuir los enfermos, separarlos unos de otros, dividir con cuidado el espacio de los hospitales y hacer una clasificación sistemática de las enfermedades: otras tantas operaciones paralelas en que los dos constituyentes –distribución y análisis, control e inteligibilidad– son solidarios el uno del otro. El cuadro, es en el siglo XVIII a la vez una técnica de poder y un procedimiento

del saber. Se trata de organizar lo múltiple, de procurarse un instrumento para recorrerlo y dominarlo: se trata de imponer un 'orden'". (*Vigilar y castigar*, p. 152).

Otro procedimiento del saber poder es el del "examen". El examen es una mirada normalizadora, una vigilancia que permite calificar, clasificar y castigar. "En todos los dispositivos de disciplina, el examen se halla altamente ritualizado. En él vienen a unirse la ceremonia del poder y la forma de la experiencia, el despliegue de la fuerza y el establecimiento de la verdad". (VC,) El examen parece un procedimiento pobre, pero no lo es en su efectividad como medio de saber y poder. El mismo se difunde en la siquiatria, la pedagogía, la medicina y la gerencia industrial. El poder funciona allí mismo donde se producen los saberes; no le es exterior. El hospital se organizó a fines del siglo XVIII como aparato de examinar dando lugar con ello al umbral de epistemologización de la medicina. Se instituye el ritual de la visita en su forma más generalizada y llamativa. Durante algún tiempo el hospital fue un lugar de asistencia pública; ahora se convierte en un lugar de examen. También la escuela pasa a ser un aparato de examen generalizado.

El examen disciplinario es un método de objetivación. Es un individuo vigilante que mantiene al individuo en disciplina y sujeción. Pero, ante todo, "el examen hace entrar también la individualidad en un campo documental". El producto del examen es puesto por escrito, registrado y acumulado como documental. De ahí nacen el código médico de los síntomas, el código escolar o militar de las conductas, el código físico de la señalización. En los hospitales del siglo XVIII se constituyó un verdadero laboratorio de métodos documentales. A partir de este registro documental se constituye el individuo como objeto de descripción y análisis. Biografías criminológicas, estimación de desviaciones, descripciones de grupos, distribuciones de población. Cada individuo se convierte en un "caso" dentro del procedimiento del examen. El niño, el enfermo, el condenado, tendrán su expediente en el cual se individualiza el saber y el

poder. El examen fija las diferencias individuales y las registra en el documento que lo ritualiza. El examen es el procedimiento en que se constituye al individuo como objeto de saber y como efecto de poder. Hay una jerarquía de individualización en los procesos de examen y registro. El loco está más individualizado que el normal; el niño está más individualizado que el normal; el enfermo más que el sano; el delincuente que el cumplidor de la ley. Las ciencias con raíz psy tienen su base en estos procedimientos de individualización. "El individuo es sin duda el átomo ficticio de una representación ideológica de la sociedad; pero es también una realidad fabricada por una tecnología específica de poder que se llama 'disciplina;". (VC, 198; 195).

Se han hecho notar distintas semejanzas entre la teoría foucaultiana y la de Thomas S. Kuhn. Kuhn publicó su famoso libro *Estructura de las revoluciones científicas* en 1962 y Foucault publicó *Las palabras y las cosas* en 1966. Ambos pensadores tienen una fuente común que es la escuela francesa de la historia de las ciencias. Kuhn menciona varias veces explícitamente a Alexandre Koyré, y especialmente su obra *Estudios galileanos*. Se sabe que Foucault se formó también en dicha escuela. Su director de tesis doctoral fue Georges Canguilhem. Del mismo modo Gaston Bachelard, a través de Althusser, es su maestro. Foucault lo menciona explícitamente en las primeras páginas de la *Arqueología del saber* en relación con las rupturas epistemológicas que tanto papel juegan en su manera de historiar el saber.

La historicidad del saber humano es la característica primera que asemeja los proyectos de Kuhn y Foucault. Kuhn dedica un capítulo de su libro ERC a destacar el "papel de la historia". Y en varios artículos posteriores vuelve a subrayarlo. De hecho nos cuenta autobiográficamente cómo tuvo que cambiar su manera de leer los textos de historia de la ciencia. Hubo un auténtico giro hermenéutico en el desenvolvimiento de su pensamiento. Por lo general, la ciencia que enseñamos en las aulas de las escuelas y universidades olvida la historia y se en-

señan los conocimientos tal como los pensamos en el estado actual de la ciencia. Lo grave es que cuando se lee un científico del pasado tratamos de ver cuán cercano está a la verdad actual. Cuánto sabía Aristóteles de Newton, por ejemplo. Pero miradas las cosas de esta manera Aristóteles es un niño o un físico bastante malo. Fue esta experiencia, que es la del científico común, la que llevó a Kuhn al giro hermenéutico. Si Aristóteles escribió cosas geniales y tuvo un influjo enorme en la historia del saber humano, cómo es posible que dijera cosas tan falsas y ridículas en física. Por lo tanto, es nuestra manera de leer la que está mal, y, entonces es necesario salir de nuestra ciencia, de nuestros parámetros epistémicos para entonces ubicarse en la época, en el paradigma propio de entonces para entender el modo de hacer ciencia.

Sin duda Foucault es un crítico del historicismo. La historia cuestionada es la historia progresista, evolucionista, gradualista, continuista, dialéctica, humanista y teleológica. Pero Foucault reivindica una historia efectiva y se piensa a sí mismo como historiador. La arqueología es un método histórico; sólo que no es la de cierta forma de hacer historia en que el hombre, el sujeto, se apoya para sus precarias identidades. De hecho Foucault coincide puntualmente con Kuhn en que es un mal método partir de la idea de progreso, es decir, del estado al cual han llegado nuestros conocimientos para entonces entender cuasi teleológicamente el devenir. Adviértase que ninguno de los dos rechaza de plano el concepto de progreso, sino más bien el uso metodológico de partir de la supuesta verdad nuestra de hoy para enjuiciar las conquistas del pasado. Ambos exigen salir de nuestra piel histórica y bucear en las capas históricas según su propia dinámica.

El *a priori* histórico es el código de principios del saber subyacentes a una época dada y para una cultura determinada; es lo no-pensado del pensamiento de una época. Es decir lo incuestionado, las certezas últimas. En este archivo histórico se ordena desde abajo las ciencias y los saberes; los discursos

en tanto en cuanto están codificados dentro de ese orden del saber. La episteme pertenece al nivel de las certezas, se ubica a un nivel subyacente y constituye a manera de un código con respecto a toda otra forma de saber dentro de ese estrato.

El concepto de paradigma presentó no pocas dificultades precisamente por la elasticidad kuhniana a la hora de tratar de definirlo. Pero hay dos significados que sobresalen: Un paradigma es un ejemplo eximio de realización científica tal que sirve de modelo a quienes se ocupan de una misma disciplina científica en una época dada. Obras como *De Revolutionibus orbis coelestium* de Copérnico, o los *Principia* de Newton, la geología de Lyell, la química de Lavoissier, etcétera, se toman como ejemplos de realizaciones científicas que sus sucesores tomaron como paradigmas del modo de hacer ciencia en sus respectivas disciplinas. Como tales esas obras no sólo no se cuestionan sino que se elevan a un nivel arquetípico para quienes se ocupan de la misma rama del saber. Nótese aquí una característica común, y es lo no-cuestionado del modelo, con lo no-pensado de los principios subyacentes del saber de una época. Pero debemos notar una diferencia, Kuhn se refiere a los paradigmas propios de cada disciplina científica mientras que Foucault plantea la episteme para una formación discursiva de una cultura dada en una época dada. En Kuhn, uno es el paradigma de la física, otro es el paradigma de la química, otro el de la biología, etc. Lo cual no quita que haya a veces cierto solapamiento, como ocurre con la física y la astronomía. Los paradigmas de la física y la astronomía han cambiado simultáneamente y por obra de casi los mismos instauradores. De todos modos Kuhn también reconoce relaciones de saberes que denomina colindantes. “Toda innovación fundamental dentro de una especialidad científica transforma inevitablemente las ciencias colindantes y, de forma algo más lenta, los mundos del filósofo y del hombre cultivado”. (*Revolución copernicana*, p. 297). Esta tesis la aplica Kuhn a la revolución copernicana cuando afirma: “En la medida en que la revolución copernicana fue meramente una revolución en el pensamiento astronómico, su historia fi-

naliza en las presentes líneas. Las páginas que siguen intentan esbozar una revolución más amplia, la que cubre también los campos de la cosmología, la ciencia en general, la evolución que se inició con Copérnico y a través de la cual fue por fin completada la revolución copernicana". (ibid, p. 295)

Tanto las epistemai como los paradigmas cambian abruptamente, constituyen discontinuidades, rupturas epistemológicas como las llamó Bachelard. Y sin duda esta constituye una característica común no solo que ambos comparten, sino que ha suscitado discusiones sin fin. En uno y otro pensador se adopta el concepto de discontinuidad para subrayar el carácter no-acumulativo del saber al pasar de un paradigma a otro, o de una episteme a otra. Kuhn nos dice explícitamente que el saber es acumulativo dentro del mismo paradigma, porque éste permite una serie de cambios continuos que no desafían los supuestos básicos del paradigma en cuestión. Pero hay cambios que sí desafían los supuestos básicos del paradigma, y que, en consecuencia, reorganizan la ciencia desde nuevos principios constituyendo un nuevo paradigma. Estos cambios que rompen con los supuestos básicos de un paradigma deben llamarse discontinuos. Si bien es cierto que los autores fueron formados en el viejo paradigma e incluso es cierto que pudieron pensar sus nuevos conceptos utilizando odres viejos, sin embargo, al desarrollarse la discusión saldrá a la luz la novedad del concepto y su no compatibilidad con el viejo paradigma. Del mismo modo, Foucault pondrá en evidencia el hecho de que de momento alguien deja de pensar del modo que se ha hecho y comienza a pensar en forma distinta. Se produce un salto en el saber humano. Los conceptos con los cuales se forman los objetos del saber, que organizan la experiencia, han cambiado. Sin duda una episteme permite una serie de transformaciones dentro de series continuas, pero hay también transformaciones que rompen con esas series e inauguran nuevos principios, nuevos conceptos, nuevas formas de ordenar el discurso.

Kuhn utilizó el concepto de revolución para caracterizar esos cambios discontinuos en la marcha histórica del saber. “Las revoluciones políticas pretenden cambiar las instituciones por medios que las propias instituciones prohíben”. (Ibid., p. 93-94). Lo que se propone es un nuevo régimen constitucional; del mismo modo, un nuevo paradigma no puede juzgarse con la lógica del viejo paradigma, puesto que precisamente está proponiendo una nueva manera de hacer ciencia en una disciplina determinada. Foucault no usa el concepto de revolución. Pero sin duda alguna los cambios de una episteme a otra son tan revolucionarios como los cambios de paradigma. Lo que sí deja claro Foucault es que ese cambio no necesariamente tiene que realizarse de un solo golpe. Aclaración que Kuhn estaría de acuerdo en aceptar. Kuhn habló también de que había dos clases de cambios discontinuos: las revoluciones y las microrrevoluciones. Curiosamente Foucault utiliza el término microrrevolución para los cambios políticos bajo su nueva filosofía política, aunque no he visto que lo utilice para los cambios conceptuales. Pero creo que tampoco objetaría que hay ese tipo de cambios, y quizá cuando habla de Cuvier, se refiere a un cambio microrrevolucionario.

Hay una diferencia que es cuestión de énfasis. El énfasis de Foucault está en describir la episteme, es decir, la regularidad de una práctica discursiva, y no tanto en describir cómo cambio la episteme. Kuhn, en cambio, pone más énfasis en describir el cambio revolucionario que va de un paradigma a otro. No en vano su obra principal se denomina *La estructura de las revoluciones científicas*. Foucault aunque nos dice varias veces quién o quiénes instauraron una episteme, esos actos de genialidad creadora no son objeto de su metodología.

La crítica casi generalizada a los paradigmas de Kuhn es la tesis de la inconmensurabilidad. Es decir, no hay medida común, un parámetro por encima de ambos paradigmas que nos permita juzgar la superioridad del uno sobre el otro. En épocas de revolución los paradigmas se enfrentan no sin vio-

lencia hasta el triunfo del nuevo paradigma. Foucault no utiliza el término inconmensurabilidad. Pero la idea de que no hay una medida común por encima de las epistemes es fácilmente deducible de lo que Foucault dice. Cada una tiene su propia medida, pero no hay un parámetro superior. Tal como las describe Foucault la episteme del Renacimiento y la episteme clásica son tan radicalmente diferentes que es imposible establecer una medida común. Una de las últimas formulaciones que hizo Kuhn de la inconmensurabilidad la presenta en términos de lenguaje. "Afirmar que dos teorías son inconmensurables significa afirmar que no hay ningún lenguaje, neutral o de cualquier otro tipo, al que ambas teorías, concebidas como conjunto de enunciados, puedan traducirse sin resto o pérdida. Ni en su forma metafórica ni en su forma literal inconmensurabilidad implica incomparabilidad, y precisamente por la misma razón". (Kuhn, 1989, p. 99). En el proceso de una revolución científica se cambia profundamente el significado y los objetos a los cuales se aplica un determinado lenguaje. La taxonomía cambia, y este cambio taxonómico es un requisito de cada revolución científica y las generalizaciones que dentro de ella se llevan a cabo.

Ian Hacking ha esbozado ciertas líneas de comparación entre Foucault y Kuhn, y los ha asimilado para su propia obra. Hacking piensa que entre el uno y el otro hay a manera de una división del saber: Kuhn se aplicó a las ciencias físicas mientras que Foucault se ocupó de las ciencias humanas. Sin embargo, el mismo Hacking señala que Kuhn ha tenido más influjo en las ciencias sociales que en las naturales. Por otra parte, Hacking ha utilizado más a Foucault que a Kuhn.

Debo ahora ocuparme de un problema un poco más difícil, y es lo relacionado con los modelos de "lenguaje" que Kuhn y Foucault utilizan como parte de su metodología. Dejemos claro que uno y otro forman parte del giro lingüístico, de que hablé al referirme a Foucault, Wittgenstein y Nietzsche. La cuestión es otra: la arqueología de Foucault rechaza la her-

menéutica como técnica interpretativa. Por lo menos la hermenéutica tradicional de Dilthey, Ricoeur, Gadamer, etc. Arqueología y hermenéuticas son excluyentes. Si se lee la *Arqueología del saber* se notará que Foucault dirige sus dardos contra la hermenéutica. Foucault nos dice que su método esquivo a la vez la interpretación y la formalización. Es verdad que luego hablará de interpretación pero sólo en el sentido nietzscheano o genealógico. Foucault rechaza la hermenéutica y Kuhn nos dice que aplica a la historia de la ciencia un modelo hermenéutico tomado de los historiadores. Sin embargo, cuando uno coteja los postulados metodológicos de Kuhn y Foucault relacionados con el lenguaje adoptan posiciones muy semejantes.

Por lo tanto, lo que hay es una poca clara autocomprensión de Kuhn al vincularse a la hermenéutica. Sin duda que su trabajo es hermenéutico, pero la hermenéutica tradicional ha sido muy reacia a los cambios discontinuos, suele ser muy teleológica, depende mucho del sentido profundo y de un progresivismo que no está ni en Foucault ni en Kuhn.² “Si tengo razón, la característica esencial de las revoluciones científicas es su alteración del conocimiento de la naturaleza intrínseco al lenguaje mismo, y por tanto anterior a todo lo que puede ser completamente descriptible como una descripción o una generalización, científica o de vida diaria”. (Kuhn, 1989, p. 92). La revolución científica altera, pues, el lenguaje y los conceptos con los que el científico piensa la naturaleza. El lenguaje es como un Jano bifronte, una cara mira al mundo otra hacia sí mismo. “El lenguaje es una moneda con dos caras: una mira hacia afuera, al mundo; la otra hacia adentro, al reflejo del mundo en la estructura referencial del lenguaje”. (Kuhn, 1989, p. 89).

Hasta aquí he tenido como núcleo de comparación la arqueología de Foucault y la teoría de los paradigmas de Kuhn.

2. En un volumen en que también escribe Kuhn, Robert Nisbet hace una descripción del cambio social que coincide perfectamente con lo que afirma Kuhn del cambio científico. (Ver bibliografía, Kuhn/Nisbet, *Cambio social*, 1979).

Hay, sin embargo, un elemento de la genealogía de Foucault que sí admite comparación con la teoría de los paradigmas. Es sabido que uno de los grandes méritos de Kuhn es haber puesto en evidencia lo humano, demasiado humano, de la comunidad científica. Me refiero al hecho de que en los periodos revolucionarios los científicos no siempre se satisfacen con las pruebas y las argumentaciones racionales y que también se hacen importantes los argumentos retóricos. El salto de un paradigma a otro no se acepta sólo racionalmente y se hace necesaria la persuasión retórica. La conducta de los científicos en este periodo muestra resistencias, oposiciones, luchas, enconos, y hay quienes sostienen que las nuevas ideas se imponen sólo porque quienes sostenían las viejas ideas han muerto. Sin duda alguna esta trama de lucha en el seno de la comunidad científica ha sido muy cuestionada por los críticos de Kuhn, siguiendo modelos racionalistas, que veían al científico como el máximo representante del *zoon logon* aristotélico. No es difícil ver que esa vertiente del pensamiento de Kuhn es perfectamente asimilable a las relaciones de poder de que habla Foucault. De hecho en su breve pieza maestra *El orden del discurso* nos da un ejemplo que podría ser suscrito término a término por Kuhn. Allí Foucault analiza el caso de Gregorio Mendel, fundador de la genética. Mendel expuso su teoría de la herencia refutando viejas ideas acerca de la herencia de los caracteres adquiridos. Su trabajo era científicamente impecable. Pero no fue recibido por la comunidad científica. Aparentemente era muy innovador introducir la estadística en los estudios biológicos. Y Mendel murió sin haber tenido el más mínimo reconocimiento de su ingente labor. Dos generaciones tardó la comunidad científica en redescubrir lo que Mendel había descubierto. Foucault pudo decir: "Mendel decía la verdad, pero no estaba en la verdad", no estaba en la verdad de la biología de la época. Sin duda alguna el énfasis en las relaciones de poder se extrema luego en Foucault en sus estudios posteriores. Pero no hay duda de que tanto Foucault como Kuhn ponen en evidencia una dimensión política del trabajo científico. Aquí la diferencia está

en el hecho de que Kuhn insiste en que esas luchas son evidentes en los períodos de las revoluciones científicas mientras que para Foucault esas relaciones forman parte de la estructura de las comunidades científicas en todo tiempo. Es por ello que la sociología de la ciencia ha aprovechado tanto la obra de Foucault como de Kuhn.

La presencia de la argumentación retórica en el discurso científico ha sido resaltada por otros estudiosos tardomodernos. Tanto la presencia de la retórica como la de la metáfora en la ciencia son resultado directo de considerar a la ciencia como lenguaje o como escritura. Gaston Bachelard hizo importantes estudios en filosofía e historia de la ciencia y también en poética, pero mantenía completamente separados ambos aspectos del pensamiento y la creación humana. Con el pensamiento tardomoderno, y como ya vimos anticipaba Nietzsche, se hacen pertinentes tanto la retórica de la ciencia como el uso metafórico del discurso científico. David Locke dedica un capítulo de su libro *La ciencia como escritura* a este aspecto de la retórica de la ciencia y otro al del uso de la metáfora. D. Locke nos dice que la contradicción que insiste en la ciencia como lenguaje minimiza la diferencia entre ciencia y literatura. Afirma también que tanto la ciencia como las humanidades están comprometidas en el trabajo de interpretación. Hay varios autores que han dedicado trabajos al análisis de la retórica en el discurso de Darwin, Galileo, Marx y Freud. Se da el fenómeno inverso también: “La concepción kuhniana de las revoluciones científicas se ha popularizado extremadamente en los críticos literarios porque su imagen del cambio científico periódico se asemeja mucho a la visión convencional del cambio literario: amplios períodos literarios, gobernados cada uno de ellos por una sensibilidad única y convencional y limitados por cambios abruptos de convención”. (D. Locke, 1997, p. 25). La ciencia como la literatura, agrega Locke, es un instrumento para la “construcción de hechos”.

Una semejanza final entre Foucault y Kuhn radica en la espinosa cuestión de la verdad. Kuhn niega que haya verdad

ontológica en el desarrollo de las teorías científicas; es decir, el paso de una teoría a otra, y luego a otra, no revela la verdad sobre la naturaleza de las cosas. La ciencia avanza en términos pragmáticos, sus teorías son más exactas y de mayor ayuda en cuanto a su poder de cálculo y predicción, sólo ahí radica el progreso. No podemos decir que Einstein o Newton nos den una verdad más profunda que Aristóteles. Escribe Kuhn: "Las teorías científicas posteriores son mejores que las anteriores para resolver enigmas en los medios a menudo muy diferentes a los que se aplican. Esta no es la postura de un relativista, y muestra en qué sentido creo firmemente en el progreso científico". (ERC, p. 206) El segundo aspecto se muestra en el siguiente texto: "La idea de la unión de la ontología de una teoría y su correspondiente 'verdadero' en la naturaleza me parece ahora, en principio, una ilusión; además como historiador, estoy impresionado por lo improbable de tal opinión". (Posdata a ERC, p. 314). Habría que preguntar si la tarea de la ciencia es la elaboración de una ontología.

Paul Veyne da una versión de la verdad en Foucault que dice como sigue: "Las futuras figuras del caleidoscopio no son menos verdaderas que las pasadas". Esto es, cada episteme tiene su propia verdad, y aunque es refutada por una nueva episteme, ésta es verdadera y lo serán las futuras cuando la presente sea refutada. Esto significaría interpretar a Foucault dentro de una posición historicista y así parecería bastante cercano a Kuhn. No obstante, no he encontrado ningún texto en que Foucault diga explícitamente que cada episteme es verdadera. Mi interpretación es más bien que la **episteme** es el espacio-tiempo del saber desde el cual surgen las teorías científicas; pero no serían las epistemes las que juzgaríamos de verdaderas o falsas, sino las propias teorías científicas. La **episteme** es la condición de surgimiento de las teorías, pero en cuanto tal no es verdadera o falsa.

La cuestión se complica sin embargo porque Foucault afirma que la verdad no se da fuera de los juegos de poder. Y esta

es una posición más radical que la de Kuhn. No obstante, Foucault afirma muy claramente que hay verdad, que hay verdad histórica, y que hay verdad fuera de las instituciones. “Cierto, si uno se ubica en el interior del discurso, la participación entre lo verdadero y lo falso no es ni arbitraria, ni modificable, ni institucional, ni violenta”. (1971, p. 16)

Así pues, la ciencia en la cultura tardomoderna se muestra, primero, como una de las formas que los seres humanos tienen de recortar el flujo del devenir mediante estructuras lingüísticas. Segundo, la forma de historicidad ha cambiado abruptamente, hemos pasado del evolucionismo gradualista a la idea de los cambios irruptivos, discontinuos y no direccionales. Finalmente, con Kuhn y sobre todo con Foucault se destacan los aspectos políticos o de relaciones de poder en las comunidades científicas. El marxismo había destacado la historia externalista de la ciencia y la relacionaba con las estructuras económicas; ahora se agrega la relación política o relación de poder.

BIBLIOGRAFIA

Bachelard, Gaston. *El nuevo espíritu científico*, Buenos Aires, Nueva Imagen, 1981.

Derrida, J. *Gramatología*, México, Siglo XXI, 1971.

Díaz, Esther (ed.): *Posciencia. El conocimiento científico en las postrimerías de la modernidad*, Buenos Aires, Ediciones Biblos, 2000. (Contiene algunos acercamientos entre Foucault y Kuhn).

Foucault, Michel. *El nacimiento de la clínica*, México, Siglo XXI, 1966, primera ed. en español; 1995, 15ª. Ed.

Las palabras y las cosas, México, Siglo XXI, 1995, 23ª. Ed.

_____. "Respuesta al círculo epistemológico", en: *Análisis de Foucault*, Buenos Aires, Editorial Tiempo contemporáneo, 1970.

_____. *Archéologie du savoir*, Paris, Gallimard, 1969.

Arqueología del saber, México, Siglo XXI, 1972, 2ª. Ed.

_____. *Nietzsche, Marx y Freud*, Barcelona, Anagrama, 1970.

_____. "Crecer y multiplicar", en: *Lógica de lo viviente e historia de la biología*, Barcelona, Anagrama, 1975,

_____. *L'ordre du discours*, Paris, Gallimard, 1971.

El orden del discurso, Barcelona, Tusquets, 1980.

_____. *El saber y la verdad*, Madrid, La Piqueta, 1991.

Ver especialmente "La situación de Cuvier en la historia de la biología".

Hacking, Ian. *The emergence of probability*, Cambridge University Press, 1975. *El surgimiento de la probabilidad*, Barcelona, Gedisa, 1995.

_____. *La domesticación del azar*, Barcelona, Gedisa, 1995.

Representing and interventing, Cambridge University Press, 1983. *Representar e intervenir*, México/Buenos Aires, Paidós, 1996.

Jacob, Francois: *La logique du vivant*, Paris, N.R. F., 1970.

La lógica de lo viviente, Barcelona, Editorial Laia, 1977.

Kant, "Prólogo a la segunda edición de la *Crítica de la razón pura*, edición citada.

- Kuhn, *La revolución copernicana*, Barcelona, Ariel, 1981.
- _____. *La estructura de las revoluciones científicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1975, 2ª. Reimp.
- _____. *¿Qué son las revoluciones científicas? y otros ensayos*, Madrid, Paidós, 1989. Ver también la "Introducción" de Antonio Beltrán.
- Lafont, Cristina: *La razón como lenguaje*, Madrid, Visor, 1993.
- Locke, David: *Science as Writing*, Yale University Press, 1992.
- La ciencia como escritura*, Madrid, Cátedra, 1997.
- Nisbet, Robert/ T. S. Kuhn, Lynn White: *Cambio social*, Madrid, Alianza Editorial, 1979.
- Olivé, León y Pérez Ransanz, Ana Rosa (compiladores), *Filosofía de la ciencia: teoría y observación*, México, Siglo XXI, 1989.
- Preta, Lorena (compiladora). *Imágenes y metáforas en la ciencia*, Madrid, Alianza Editorial, 1993.
- Rojas O. Carlos: *Foucault y el pensamiento contemporáneo*, Río Piedras, Editorial de la Universidad de Puerto Rico, 1995.
- Wittgenstein, *Philosophical investigations*, Basil Blackwell, Oxford, 1953.