

Sistema cerrado y leyes de la naturaleza

I. FILOSOFÍA DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA. A la pregunta ¿qué es la ciencia?, puede, en cierta forma, responder adecuadamente su misma historia. Pero sólo en cuanto en ella se investigue y revele el *modo* propio de su progreso y evolución. Mostrando cómo se condicionan esas variaciones de la teoría, dicha historia ofrece fecundas posibilidades al desarrollo creador del pensamiento científico. En tal sentido, esa disciplina deberá señalar cómo el investigador, guiado por necesidades impuestas por el curso mismo de sus experiencias, se decide a rectificar antiguas leyes y métodos, lo que se manifiesta particularmente cuando fija límites al campo de validez, no sólo de aquellos criterios teóricos, sino también de las leyes que sustituyen a las antiguas.

De esta manera, el alcance y sentido de la pregunta ¿qué es la ciencia?, se modifica y desplaza. Ahora, en efecto interroga por las peculiaridades lógico-gnoseológicas que rigen esta esfera del saber, que evoluciona acotando con límites de validez la serie de teorías que integran su historia. Expresando lo anterior en otros términos: se trata de saber cómo debe comprenderse la idea de ciencia —sistema de proposiciones objetivamente válidas—, de suerte que no aparezca en oposición con el proce o de su historia.

Para obtener, en este punto, una noción exenta de contradicciones, es necesario rebasar los estrechos límites de la historiografía puramente positiva, que tiende de preferencia a describir el “hecho” científico desnudo, intentando, en cambio, desenvolver una *filosofía de la historia de la ciencia*. La búsqueda de tal perspectiva histórica de ninguna manera empobrece la complejidad de su pasado. Al contrario. Sólo al evidenciar la lucha soterrada entre los supuestos y concepciones del mundo que animan una determinada etapa científica, se destaca con nitidez el auténtico perfil de las hipótesis contradictorias revelándose, además, la fecundidad de errores aparentes y la esterilidad de supuestas verdades. Nociones juzgadas evidentes, de ordinario se arraigan y fundan en una determinada imagen del mundo. Recordemos, p. ej., las concepciones metafísicas que inhibieron durante siglos la posibilidad de formular el principio de la inercia, cuyos supuestos se encontraban en pugna con la dinámica aristotélica inspirada en las falsas evidencias del sentido común.

Pero tal indagación de ocultos principios de índole extracientífica actualiza, por otra parte, una especial esfera de problemas. El historiador

de la ciencia deberá resolver en ella fundamentales cuestiones de método, formalmente análogas a las que preocupan al historiador o filósofo de la historia en sentido amplio. Es decir, aparecerá como requerimiento común a dicho género de investigaciones determinar, precisar y fundar, no meramente postular, aquella unidad, que constituyendo en sí misma una estructura coherente, se manifiesta al propio tiempo como substrato del cambio y la evolución: de la Historia en un caso, de la Ciencia natural exacta en el otro. En efecto, ambas imágenes del pasado se componen con “totalidades”, no con “elementos”. Totalidades humanas y colectivas, si se trata de las transformaciones culturales; totalidades teórico-sistemáticas, si se intenta describir e interpretar el curso del pensamiento científico.

Sabido es, también, que el historiador, en sentido amplio, puede discernir como estructura significativa básica, desde un tipo particular de relaciones interhumanas, pasando por el estamento, la clase, el Estado, la nación, hasta alcanzar el círculo cultural como unidad evolutiva. Ahora bien, a partir del valor constitutivo asignado a cada una de esas totalidades, síguense con cierta coherencia especiales concepciones relativas a la orientación y significado de la historia del hombre. Así, dejando atrás la historiografía empírico-descriptiva que narra el puro sucederse de los descubrimientos y teorías, surge en su lugar natural la siguiente pregunta. En ese proceso que se manifiesta como un continuo recambio de hipótesis, leyes y métodos, ¿cuál es la totalidad significativa que debe recortar el investigador al bosquejar la filosofía de la historia de la ciencia?

En cuanto se atiende a lo esencial, cabe afirmar que la estructura sistemática más representativa para aprehender el sentido de la evolución de la ciencia natural exacta —al tiempo que la menos subjetivamente establecida— parece encontrarse en los llamados “sistemas cerrados”. Ocorre, en verdad, que la característica propia del ritmo evolutivo de la ciencia se actualiza como mudanza, sucesión e interpenetración de tales sistemas. Lo cual acaece por encima de una larga serie de alternativas, de tanteos teórico-experimentales; por encima de la simultánea diversidad de enfoques empleados para resolver un mismo problema que como conflicto entre hipótesis se despliega en el interior de los sistemas. Al paso de un conjunto de leyes a otro, corresponden, además, variaciones substanciales en los criterios o métodos de verificación, cuyos límites de validez experimental coinciden con el ámbito de legalidad del sistema de que forman parte.

En consecuencia, la descripción de etapas de desarrollo muy dilatadas en el tiempo, y por lo mismo de contornos imprecisos, envuelve el riesgo

de que se subordinen a periodificaciones inspiradas en la filosofía de la cultura o de la Historia. En cierto modo, tal es el caso, p. ej., de F. Frank, cuando distingue la teoría física orgánico-medieval, la concepción mecánica de Galileo y Newton y la moderna descripción matemática de la naturaleza. Lo propio cabe objetar a la periodificación de A. Reymond, orientada en el sentido de que las ciencias recorren necesariamente tres fases: descriptiva, semideductiva y deductiva, coincidiendo la primera etapa con los orígenes o la prehistoria de la ciencia y la última con el tipo de ley representado por la teoría de la atracción universal de Newton. Pero ya de la clasificación de los "sistemas de referencia" de M. von Laue —geométrico, dinámico y relativista—, puede decirse que se ciñe, más rigurosamente, al verdadero ritmo evolutivo de la física.

En cambio, al centrar el análisis histórico en los sistemas cerrados, la diferenciación en períodos y el modo de articularse de los distintos niveles de generalidad de las teorías que los forman, se destaca objetivamente. Lo cual sucede en cuanto el hecho de descubrir la zona de validez descriptiva de dichos conjuntos sistemáticos, equivale a considerar el sistema de que se trate como completo, señalando así, ellos mismos, el encadenamiento y tránsito de una etapa científica a otra. Se desprende de lo expuesto, naturalmente, que a partir de cada esquema de filosofía de la historia de la ciencia, se elaborará una imagen de ella epistemológicamente diversa, según el criterio de periodificación en que dicho bosquejo se funde.

II. LA IDEA DE "SISTEMA CERRADO". Algunas expresiones, características del lenguaje de la física actual, revelan, por sí mismas, lo que debe comprenderse por "sistema cerrado" (no en sentido físico, por cierto, sino como teoría deductiva cuyos símbolos cobran significación sólo en una determinada semántica). Se habla, en efecto, de dominios específicos de validez de las leyes; de enunciados únicamente adecuados para describir lo macroscópico; o, a la inversa, de "relaciones de indeterminación", como lo propio de una legalidad natural que fija límites a la precisión con la cual diversas variables pueden ser conocidas simultáneamente en los fenómenos atómicos; se habla, también, de experiencias donde el observador perturbará o no lo observado; y, en fin, acaso por lógica consecuencia, se caracteriza a ciertas ramas de la física como teniendo por objeto el estudio del complejo "Naturaleza-hombre" (W. Heisenberg). *En suma, tratase de un lenguaje donde al significado de los enunciados físicos es inherente la demarcación de su campo de validez.*

Esta misma nomenclatura de restricciones asociadas a las leyes se emplea para vincular el pasado del saber científico a su estadio presente. La mecánica cuántica sitúase frente a la teoría de la relatividad y, esta última, a su vez, frente al mecanicismo de Newton en distintos *niveles de verificabilidad* adecuados a diversos estratos de lo real, o a diferentes modos de estudiar la misma realidad. En este sentido, son típicas expresiones como las de Einstein, objetivamente constreñido a decir que la teoría especial de la relatividad muestra que la ley newtoniana del movimiento, constituye únicamente una “ley-límite válida para pequeñas velocidades”. O, también se establece, como lo hace Heisenberg, la imposibilidad de coordinar unívocamente determinaciones tempo-espaciales y dinámicas en los fenómenos atómicos.

Todo lo cual implica el reconocimiento de que la descripción de los procesos naturales con nuevos métodos conserva el valor de la física prerrelativista, pero con una restricción fundamental, llena de consecuencias para la epistemología. En efecto, sin vacilaciones, Heisenberg afirma que sistemas científicos como “la mecánica clásica deben estar siempre cerrados en sí mismos para poder ser válidos”. Insiste, además, con plena consecuencia, en que “la física moderna ha mostrado que el edificio de la física clásica —como el de la física moderna— está “cerrado” en sí. Llega hasta donde los conceptos que forman su fundamento pueden ser aplicados; pero los conceptos de la física clásica ya no son aplicables generalmente a los procesos de la física atómica; por consiguiente, mucho menos podrán serlo a los otros campos de la ciencia que están más apartados de la física clásica”¹. Lo que supone el abandono radical del supuesto que admite la posibilidad ilimitada de aplicar ciertos principios científico-sistemáticos a todos los objetos. Y, delineando más aún su pensamiento, declara que tanto la mecánica, como la teoría de la electricidad, no menos que la teoría cuantista constituyen, como partes de la física, “sistemas científicos cerrados penetrables racionalmente hasta sus últimos confines, que representan de una manera válida para siempre las leyes naturales a ellas inherentes. Lo esencial es aquí el “cierre u oclusión” de los sistemas”.

Se comprende, por consiguiente, que es indispensable detenerse en el análisis de las implicaciones epistemológicas que encubre la existencia de sistemas cerrados, especialmente cuando se trata de desarrollar una filoso-

¹ Véase su artículo *Recent Changes in the Foundation of Exact Science*, en el volumen *Philosophic Problems of*

nuclear Science, Faber and Faber Ltd., London, págs. 22-26.

fía de la historia de la ciencia, concebida como indagación relativa al sentido y valor que posee como forma de conocimiento. Y, sobre todo, porque siendo inherente a esos complejos de teorías la necesidad de precisar su alcance descriptivo, el problema de la objetividad científica se plantea también como una noción-límite. En este punto, el historiador deberá estudiar la trama racional de las hipótesis físicas; deberá mostrar qué peculiaridades de su método, objeto o estructura explican el hecho de que toda ley, en algún instante de la marcha de la ciencia, revele contradicciones con lo real que obligan a regular el campo de vigencia de sus enunciados, por desacuerdos con experiencias ulteriores. Indagará, pues, en qué reside la posibilidad del proceso de encadenamiento de sucesivas adecuaciones e inadecuaciones entre teoría y realidad.

Por su parte, como el físico persigue la verificación experimental de sus teorías, llama su atención un importante aspecto que las caracteriza. Cuando contempla la perspectiva histórica que ofrece su disciplina, descubre la armonía racional, extraordinariamente significativa, existente entre *criterios, técnicas y niveles de verificación* y el conjunto sistemático de conceptos científicos en que se fundan. Pongamos un ejemplo de ello. En cada sistema se ordena una serie de constantes, de tipos de dualismo juzgados irreductibles, que se enlazan además a una determinada noción de lo concebido como *objeto* físico, y también a supuestos que operan con el carácter de evidencias, como el concepto de simultaneidad. Es decir, la esfera y grado de validez de las verificaciones serán diversos en la dinámica de Newton y en la mecánica relativista, a partir del complejo de constantes, sistemas de referencia, dualismos y tipos de interacción material que le sirven de fundamento metódico. Ahora bien, tan pronto como ese conjunto de supuestos experimenta una mutación teórica substancial que, origina, por lo mismo, un nuevo sistema cerrado varía, correlativamente, el nivel de validez de sus verificaciones posibles. Varía, dejando subsistir la objetividad de las verificaciones obtenidas en el sistema antiguo, como *relativas* a ciertas condiciones de observación de los fenómenos. Por eso, al enunciar el principio de la isotropía de la propagación de la luz en los sistemas inerciales, considerando su velocidad-límite una constante universal, se modifican todas las otras conexiones teóricas, dando lugar a un nuevo desplazamiento de niveles de verificabilidad. Otro tanto ocurre, es innecesario recordarlo, con las implicaciones de la constante h de Planck.

Claro está que, al realizar distintos tipos de verificaciones, ya sean directas o indirectas, el físico siempre persigue demostrar la armonía ex-

tente entre los fenómenos y las leyes experimentales, busca establecer correspondencias entre los símbolos empleados y la lectura de los instrumentos de medida. Pero lo importante es que junto a la semejanza formal se manifiestan hondas diferencias de método en el modo cómo se obtienen dichas relaciones numéricas entre lo dado y las hipótesis, correspondencias que luego son interpretadas como signo de su verdad. Y justamente, por encontrarse subordinada la manera concreta de verificar a la estructura peculiar de cada teoría física, se explica la diversidad de *técnicas* empleadas para cumplir tal finalidad. Se comprende, del mismo modo, su mudanza, en cuanto por encima de la similitud formal anotada, esos criterios derivan de distintos sistemas cerrados que poseen, a su vez, determinados niveles de referencia ontológica correspondientes a niveles particulares de verificación. Así descritas las conexiones de fundamentación en las construcciones científicas, no parece ya epistemológicamente insoluble plantearse este problema: *¿cómo y qué se verifica, de tal suerte que ello no excluye la comprobación de hipótesis contrapuestas?* Como es el caso, p. ej., al establecerse la invariabilidad de la masa y, más tarde, su variabilidad. Creemos que las implicaciones epistemológicas provenientes de la existencia de sistemas cerrados borran aquí, formalmente al menos, cualquiera huella de insuperable contradicción.

En la historia de la física observamos, pues, una especie de desplazamiento y *relativización de la validez de las verificaciones*. Enunciado que refleja el hecho de que los conceptos científicos sólo poseen una extensión limitada. Más todavía, en este sentido, el acto de verificar envuelve ya cierto relativismo, no menos que la posibilidad de tránsito a otro nivel de comprobaciones y conceptos. Sin embargo, concluir de ello, como lo hace Husserl, que la “esencia propia de la ciencia de la naturaleza, su modo a priori de ser, es ser hipótesis al infinito y verificación al infinito”, equivale a describir un movimiento en un continuo, donde en verdad se producen cambios organizados en conjuntos racionales que constituyen unidades sistemáticas cerradas. Es decir, para comprender lo que representan las llamadas leyes de la naturaleza, es necesario considerar ese conjunto interdependiente de conceptos científicos de generalización acotada. (Acaso lo que decide a pensadores como Rudolf Carnap a hablar de *grados de confirmación*, en lugar de verificaciones, obedece no sólo al conocimiento del hecho general de la imposibilidad de realizar “verificaciones absolutas”, sino, y sobre todo, a la *ambigüedad* que envuelve el concepto de verificación. Particularmente, en cuanto éste indica, a un mismo tiempo, las

condiciones en que un enunciado puede ser confirmado y el ámbito de validez que le es propio).

III. ¿QUÉ SIGNIFICACIÓN POSEEN LAS LEYES DE LA NATURALEZA, COFINADAS A SER ENUNCIADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE EN SISTEMAS CERRADOS? Nadie ignora que el físico actual niega la posibilidad de realizar verdaderas “experiencias cruciales”, en contraste con lo que pensaba Foucault, al creer que sus experimentos probaban definitivamente la naturaleza ondulatoria de la luz. Las comprobaciones experimentales poseen carácter crucial sólo dentro de ciertos campos. Restricción básica, porque es justamente el hecho de fijar la vigencia relativa de las verificaciones, el que señala el paso de un sistema a otro de experiencias-límites². Por eso, la filosofía de la historia de la ciencia está obligada a detenerse en el análisis de este modo de evolucionar. Y, desde luego, la consideración precedente inclina a pensar que el estudio, por así decirlo, de esa “discontinuidad” peculiar, propia de la marcha del pensamiento científico, ubica estos problemas en su verdadero lugar. Claro está que esta discontinuidad entre los sistemas deductivos, no excluye la *continuidad* como proceso de creciente *aproximación* en el rigor del conocimiento de la naturaleza; cosa que se realiza, necesariamente, a través de tramos discontinuos, de incessantes reformulaciones, de sucesivos desvelamientos de niveles que *limitan* la adecuada generalización de los conceptos físicos.

Ahora bien, ¿qué debe entenderse por Ley de la Naturaleza? La situación es esta. *Disponemos de enunciados que se fundan en la interdependencia entre un conjunto de constantes y un nivel relativo de verificación complementario, cuyo valor objetivo se expresa como límite de aplicabilidad. Si en tales conjuntos teóricos, la objetividad del saber se reduce a ello, ¿en qué sentido se justifica referirse a leyes de la Naturaleza?* Al formular esta pregunta, recordamos el significado que les confería la física clásica. Y, particularmente, la tentativa de Newton de generalizar la Mecánica al campo de la Óptica, guiado, acaso, por su idea de que naturaleza es idéntica, “conforme a sí misma” en todas sus manifestaciones³.

² Y no hay que olvidar, como lo señala P. Duhem, que si las experiencias llegan a poseer carácter crucial, ello significa que deciden acerca de la validez de “dos conjuntos teóricos, cada uno de los cuales debe ser tomado

en bloque”; esto es, deciden, p. ej., “entre dos sistemas completos, la Óptica de Newton y la Óptica de Huygens”, *La Théorie physique*, París, 1914, pág. 287.

³ Newton, *Optica*, Cuestión 31^a.

Insistamos aún en este planteo. Si de hecho existe esa forma de “discontinuidad” entre los conjuntos de teorías, ¿con qué fundamento cabe integrar dichos enunciados y elevarlos a la categoría de leyes de la naturaleza? Tal integración se delata verdaderamente ajena a la ciencia. Pues, siendo las teorías correlativas a una serie variable de niveles de verificación, antes debe especificarse en qué sentido pueden ser consideradas, a pesar de ello, leyes de la naturaleza. Porque las concepciones físicas describen fenómenos en un determinado estrato de lo real, dejando siempre un remanente, un ámbito ontológico por conocer. Es decir, nunca se obtiene —ni se persigue— una aprehensión cabal de los fenómenos, sino aquella puramente relativa a dichos niveles. En consecuencia, no existe la posibilidad de establecer correspondencias biunívocas, de carácter ontológico, entre el sistema y el estrato por él descrito, ya que la infinidad de notas de la naturaleza servirá de fundamento a nuevos grupos de hipótesis. Así, al definir la masa, primero como invariable, y luego como variable con la velocidad, se modifica esencialmente la configuración teórica del mismo estrato ontológico. Lo cual equivale a reconocer que los diversos sistemas se integran operatoriamente, como sucesivas aproximaciones, pero como imágenes del mundo físico conservan su diversidad. Y aun cuando las variaciones cuantitativas sean despreciables al pasar de un sistema a otro (p. ej., de la ley del movimiento de Newton a la teoría especial de la relatividad), son cualitativamente muy profundas por lo que toca a la concepción de los fenómenos naturales. Así lo hace ver el propio Einstein. (Y si bien carece de sentido referirse a lo desconocido, no es menos verdadero, sin embargo, que nada autoriza a pensar que pueda encontrarse una meta final que detenga este proceso continuo de hipótesis que se sobrepasan).

Análogamente, al sustituir un dualismo físico por otro, como consecuencia del abandono de un sistema cerrado, también observamos una más honda aprehensión del mismo estrato. Siempre existe la posibilidad de descubrir otros tipos de dualismo. La serie de ellos no se interrumpe al superar el dualismo entre masa inerte y masa pesada, entre materia y energía, ni se detiene en el de corpúsculo y onda.

Los sistemas no fusionan ni superponen sus respectivas descripciones de los fenómenos físicos. Tal integración aditiva tendría lugar sólo en el caso de que las leyes captaran íntegramente la realidad a que se refieren. Pero de hecho sucede, como ya se dijo, que cada visión de nuevos aspectos de esa totalidad inabarcable condiciona un reajuste básico de la compren-

sión de los mismos fenómenos. De tal manera, y con pleno fundamento, resulta legítimo derivar la siguiente conclusión. *Solamente conocemos leyes de la naturaleza bajo la forma de enunciados-límites*. De igual modo, cada verificación también patentiza un límite de validez conceptual. Continuemos aún esta línea de coherencia. Veremos, entonces, que la objetividad científica reside en el rigor empleado en depurar las condiciones específicas en las que un enunciado resulta verificable, confirmando las previsiones de la teoría.

Verdad es que los sistemas se interpenetran parcialmente, como ocurre cuando la mecánica relativista interviene en la descripción de algunos fenómenos atómicos. Sin embargo, en cierto modo, éstos permanecen cerrados. No sólo respecto del mecanicismo, sino además ante la posibilidad de encontrar futuros desacuerdos con la experiencia que promuevan el tránsito teórico a otro sistema. Piénsese en los campos mesónicos, en el problema de las fuerzas de intercambio, en las longitudes de magnitud de 10^{-13} cm., de la escala nuclear, o en las dificultades que se interponen al definir las partículas elementales como sustratos últimos de la materia.

Llegados a esta encrucijada, es inevitable diferenciar —desde el punto de vista histórico—, entre teorías con validez objetiva y teorías con un campo circunscrito de verificaciones posibles; o, si se quiere, es inevitable distinguir entre la noción de propiedades objetivas, que el mecanicismo creía poder representar con sus leyes, y el abandono de la idea de “objetividad en sí”, sustituida ahora por operaciones de medida con verificación acotada. En el primer caso, tenemos leyes de la naturaleza en el sentido de Newton; en el segundo, una sucesión de mediciones previsibles dentro de ciertos niveles de verificación. El problema surge en este último caso, mas no en el primero. Pues al ser verdadera la creencia de Newton, de que cabe describir propiedades intrínsecas, las imágenes del universo aumentarían su nitidez, sin interferirse. En cambio, al obtener solamente resultados de mediciones de verificabilidad relativa, dichas imágenes interfieren, ya que modifican hondamente el conocimiento anterior de los fenómenos. Es decir, la visión del universo físico erígese sobre conceptos-límites, que sólo metafóricamente representan a la Naturaleza en el sentido clásico. (Parecería que estas consideraciones no están en consonancia con el hecho de que Newton siempre evitó *explicar* la fuerza de gravedad o buscar la *esencia* de lo que acaece en los fenómenos, limitándose, por el contrario, a indagar la pura legalidad propia de las relaciones empíricas susceptibles de ser expresadas cuantitativamente. Contradicción aparente, sin embargo, puesto

que al penetrar más a fondo en las premisas de su ciencia matemática de la naturaleza, descubrimos que en Newton se manifiesta una diferencia básica respecto de la física actual. Trátase de la creencia —por cierto no tan extrema como la fe de Kepler en la *armonía* del universo— en la validez sin restricciones que cabe atribuir a esa misma legalidad, entendida en el sentido de *objetividad* de las leyes naturales. En cambio, para el físico de nuestro tiempo, como se sabe, dicha característica de los enunciados relativos a observaciones científicas es substituída por la noción de *objetividad operatoria*, y, como tal, fundada sólo en la posibilidad y alcance intersubjetivo de ciertas comprobaciones experimentales. En suma, el físico ya no piensa que sus leyes describan propiedades objetivas de los fenómenos naturales, entre otros motivos teóricos porque los conceptos de *objeto* y *observador*, p. ej., han cambiado).

IV. LA PERSPECTIVA DEL HISTORIADOR Y LA EPISTEMOLOGÍA. De lo expuesto se desprende que el historiador de la ciencia procederá sin artificio al aislar los sistemas cerrados como unidades de sentido, puesto que en su encadenamiento y sucesión descubre la forma de evolucionar propia de la ciencia. Pero, al mismo tiempo, el conocimiento de esa modalidad de cambio le moverá a reflexionar acerca del significado del saber científico. Sobre todo, porque la Ontología cruza su camino cuando se habla de imágenes de la naturaleza construídas con nociones límites, que no aprisionan de lo real más que las condiciones en que esos mismos límites se comprueban. En resumen, ¿qué consecuencias tiene para la teoría de la ciencia la posibilidad de ver desplegarse una serie ilimitada de sistemas cerrados? Es el problema que ahora, para concluir, procuraremos abordar.

La ciencia no confiere alcance ontológico a sus enunciados, en consecuencia no debe temer servirse de hipótesis contradictorias, como ya pensaba Poincaré, siempre que no busque con ellas el fondo de las cosas. Su situación se vuelve entonces paradójica al reconocer, sin embargo, que no puede prescindir de la consideración de un mundo externo independiente del proceso del conocimiento. Pero es su falta de objetividad, en sentido metafísico, la que revela, justamente, aspectos de su verdadera estructura y valor. Siendo las leyes enunciados-límites, se patentiza su trasfondo ontológico y, con ello, la infinitud de las notas del objeto, la ilimitación de los métodos posibles y la creciente lejanía en que parece ubicarse la naturaleza. Más todavía, su mismo fundamento ontológico dijérase puede regular la legitimidad de las interpretaciones deducidas de sus resultados. Al

indicar, a continuación, cómo debe entenderse ese marco de referencia ontológico, se perfilarán, al mismo tiempo, algunas de las conclusiones que cabe derivar de lo anotado.

1. Vimos ya que al ahondar científicamente en el estudio de los fenómenos, se manifiesta un desplazamiento dialéctico de límites metodológicos. En este punto tocamos algo decisivo. El conocimiento de la índole de las limitaciones de la teoría varía con su progreso. Cuando Mach, p. ej., opina que la ciencia “se mueve siempre en el dominio de la experiencia *incompleta*. . .”⁴, y agrega luego que el “principio de continuidad” es el que suministra una concepción económica de la experiencia, reflexiona de esa manera inspirado en el estado de la ciencia de su tiempo. Muy distinto, por cierto, del que tiene presente Heisenberg, cuando dice que el “*conocimiento de lo “actual”* es, desde el punto de vista de la teoría de los cuantos, *por su naturaleza misma, siempre un conocimiento incompleto*. Por igual razón, la naturaleza estadística de las leyes de la física microscópica, no puede ser evitada”⁵. Es igualmente significativo el problema que se plantea de Broglie. Concibe como imposible, o posible, “un retorno a las imágenes espacio-temporales”, según que, respectivamente, se posea o no en la física cuántica una “descripción “completa” de la realidad, en cuyo caso se debe admitir el indeterminismo”; pero, si ocurre que ella es “incompleta”, tal vez oculte una “realidad perfectamente determinada y descriptible en el marco del espacio y del tiempo. . .” Es decir, en la historia de la ciencia observamos también profundas diferencias en la manera de representarse como incompleto su propio conocimiento.

2. Ante tales afirmaciones, es necesario tener cautela. Desde luego, la sola posibilidad de la existencia de un remanente ontológico desconocido, impide afirmar con real fundamento límites cognoscitivos absolutos. Y es cosa que se infiere de algunas reflexiones del mismo Heisenberg. En ellas estima que la “creencia en la existencia de leyes rigurosas entre los fenómenos naturales reposa en la hipótesis de que es posible observarlos in influenciarios sensiblemente”⁶. Sin embargo, concibe las “relaciones de indeterminación”, como límites de precisión que pueden ser “postulados como

⁴ *Desarrollo histórico-crítico de la Mecánica*, Cap. IV, 4, 7.

⁵ *The Development of the Interpretation of the Quantum Theory*, en el volumen *Niels Bohr and the develop-*

ment of Physics, New York, 1955, págs. 27-8.

⁶ *Les principes physiques de la Théorie des Quanta*, París, 1932, págs. 3, 51 y 53.

una ley de la naturaleza". Lo que equivale a convertir una ley natural en una definitiva barrera gnoseológica. Desde el punto de vista de la crítica del conocimiento, dicha extrapolación acaso puede asimilarse a la creencia que Heisenberg atribuye a Newton y al mecanicismo, claro está que con otro signo. Porque, admitida la variabilidad de los niveles de verificación, el argumento de Heisenberg envuelve algunos riesgos, salvo que, en su caso, se trate de una fe en las leyes, sin parentesco con aquélla del mecanicismo.

3. Una advertencia de carácter semejante nos hace la historia de la ciencia. Se refiere al hecho de que carece de fundamento postular la existencia de dualidades o pluralismos, imaginados como sustratos últimos de los fenómenos naturales; sin fundamento, si se tiene presente lo que implican los sistemas cerrados en virtud de su enfoque ontológico variable. Comprobamos que la superación de un dualismo da lugar a la aparición de otro que, como el anterior, será temporalmente juzgado irreductible. Aquí, el reduccionismo encuentra también dificultades. Pues, si aspira a fundarse ontológicamente, deberá conocer el carácter elemental, primario e irreductible, de aquello a lo cual un "algo" quiere reducirse. Que éste no es el caso lo revelan las continuas síntesis y nuevos desdoblamientos de aparentes dualidades últimas, que tienen lugar en las teorías al pasar de un sistema a otro.

Por igual motivo, tampoco el hombre de ciencia está gnoseológicamente autorizado para discernir estratos en la realidad, atribuyéndoles un valor óntico. En todo caso, ello indica que no ha interpretado hasta sus últimas consecuencias el hecho de que las verificaciones sólo poseen una validez relativa a ciertas condiciones de observación. Por tanto, no cabe sustentar la existencia de dualidades definitivas, ni de una pluralidad de estratos en el mundo externo.

Empero, la incesante búsqueda de objetividad que inspira al investigador se acrecienta al evidenciársele el modo peculiar de evolucionar de la ciencia. Se renueva, porque la aguda conciencia que poseen los físicos del siglo XX de sustentar un *realismo operatorio*, único conciliable con la existencia de sistemas cerrados, resulta singularmente fecunda. Permite, en efecto, una audacia de pensamiento y un tipo de expectación teórica, capaz de descubrir fenómenos e instrumentar su descripción con métodos que de ninguna manera serían concebibles para quienes creían que las leyes representan propiedades intrínsecas de las cosas y procesos.

Digamos, en fin, que esa serie de leyes e hipótesis que se suceden va mostrando, al hacerlo, la inabarcable complejidad de la Naturaleza. Pero añadamos, además, que en tanto esos límites teóricos, como criterios de método y ocultos supuestos, hunden sus raíces en la concepción del mundo, el historiador de la ciencia puede aproximar su historia a la historia del espíritu y la cultura.