

LA METODOLOGIA DE LAS CIENCIAS Y ALGUNOS DE SUS PROBLEMAS

MAXIMILIANO FARTOS MARTÍNEZ

A la metodología de las ciencias podemos definirla como el estudio de la formulación y justificación de hipótesis científicas. Para aclarar su naturaleza analizaremos en primer lugar su relación con la lógica y en sucesivos apartados el método experimental y la constitución de la ciencia moderna; el desarrollo de las ciencias y las revoluciones científicas; el problema del fundamento de la inducción y las dos corrientes principales del verificacionismo y del falsacionismo.

1. LÓGICA Y METODOLOGÍA DE LAS CIENCIAS.

La metodología científica es el tratado científico de la marcha a lo largo del camino que la ciencia ha de recorrer para llegar a la verdad. La verdad como «resultado» a cuya obtención van encaminadas las series de operaciones ordenadas a que apunta siempre la palabra método. De cualquier actividad teórica y práctica, realizada «metódicamente» quedan descartados el azar o la suerte. Más allá del conjunto de técnicas específicas que caracterizan las formas de proceder de las diferentes ciencias en orden al descubrimiento de las estructuras de sus correspondientes ámbitos, queda un substrato de patrones y reglas comunes que justamente permite contradistinguir las del conocimiento no científico. A la metodología general corresponde el estudio de esas pautas comunes a toda investigación científica, y de ella se ha dicho repetidamente que es una parte de la lógica. Así, por ejemplo, en un libro de BOCHENSKI muy difun-

dido puede leerse: «hay una *metodología general* del pensamiento teórico: trata de los métodos que o pueden aplicarse a todo pensamiento teórico o, al menos, a grandes grupos de ciencias. Esta metodología, y solamente ésta, es una parte de la lógica...»¹.

Vamos a intentar aclarar la estrecha relación que indudablemente existe entre lógica y metodología sin tomar partido, al menos por el momento, respecto de la cuestión de si la última es o no una parte de la primera. Prescindiremos aquí de las ciencias formales: lógica y matemática, para fijarnos en las ciencias factuales o reales: física, biología, psicología, etc. En todas ellas interviene la lógica de muy diversas maneras. Por supuesto interviene siempre la *lógica natural*; el científico ha de proceder sin violentar las leyes lógicas, pero además, para la sistematización de un cúmulo suficientemente complejo de proposiciones científicas ya establecidas, es indispensable el concurso explícito de la lógica formal. Toda ciencia factual es en algún sentido *lógica aplicada*; «tal era lo que querían expresar los griegos al llamar a la ciencia de cualquier asunto, por ejemplo, del hombre o de la tierra, la lógica de dicho asunto: la *antropología* o la *geología*»².

Esta sugerencia etimológica se ve confirmada por la necesaria estructuración lógica de las teorías científicas. A la lógica de la ciencia corresponderá el estudio de la estructura lógica de las teorías empíricas y los problemas conectados con la misma. Exponentes del desarrollo y exactitud conseguidos en nuestro tiempo por la lógica de la ciencia son las axiomatizaciones que se han conseguido de diversas teorías científicas.

Por otra parte a la Filosofía de la ciencia corresponde analizar los presupuestos epistemológicos y ontológicos en los que la ciencia se apoya, así como las consecuencias filosóficas que se deriven de los propios logros científicos.

Tanto una como otra, la lógica y la filosofía de la ciencia, son disciplinas *metacientíficas*, pues su lenguaje se apoya sobre el de las ciencias que es tomado como objeto.

La metodología ha de ser igualmente metacientífica, puesto que

1. BOCHENSKI, *Los métodos actuales del pensamiento*, Madrid, 1968, 33.
2. COHEN y NAGEL, *Introducción a la lógica y al método científico*, II, *Lógica aplicada y método científico*, Buenos Aires, 1971, 7.

en el lenguaje del tratado del método de una ciencia se ha de hablar de esa ciencia. Ahora bien, mientras que la lógica y la filosofía de la ciencia podríamos decir que contemplan a la ciencia como ya hecha, la metodología se propone como objeto el mismo hacerse de la ciencia, la ciencia *in fieri*. A la metodología de una ciencia le corresponde conectar la lógica con el campo objeto de esa ciencia, para que surjan las proposiciones o leyes científicas correspondientes; para que se patenten las estructuras que se sospechaban ocultas bajo los materiales fenoménicos de ese campo. El fin propuesto es el descubrimiento de las leyes científicas que se supone legislan un campo de la experiencia. Por otro lado contamos con las leyes de las ciencias formales, las leyes lógico-matemáticas.

La tarea de la metodología se esquematizaría diciendo que a ella corresponde hacer lo necesario para que el campo de experiencia enfocado quede subsumido bajo aquellas leyes formales. Esto se conseguirá utilizando esas leyes formales como *reglas*. La ley dice «esto es así»; la regla dice «esto se hace o puede hacerse así». En este preciso sentido de que las reglas, que permiten al científico la prosecución ordenada del descubrimiento de la verdad propuesta como fin, son tomadas de la lógica, bien puede decirse que la metodología científica es lógica aplicada. El arte de aplicar leyes lógicas, tomadas como regla, para el descubrimiento de leyes empíricas. Por otra parte la distinción entre ley y regla permite ver la posibilidad de la aplicación de la lógica a sí misma, la existencia de unos métodos de la lógica de los que no nos ocuparemos ahora.

Estas tres disciplinas metacientíficas: lógica, metodología y filosofía de la ciencia serían, según Mario Bunge, parte de la teoría del conocimiento (epistemología) y cubrirían el estudio *interno* de la ciencia. La vertiente *externa* de la ciencia abarcaría otros tres tipos de saberes: psicología, sociología e historia de la ciencia³.

Aunque teóricamente no es difícil, como acabamos de ver, delimitar los campos de estas disciplinas, en la práctica, en cambio, suelen ir muy unidas y muchos de los problemas más relevantes que la ciencia nos plantea necesitan el concurso de varias de ellas para ser dilucidadas convenientemente.

3. BUNGE, M., *La investigación científica, su estrategia y su filosofía*, Barcelona, 1973, 49-50.

2. EL MÉTODO EXPERIMENTAL Y LA CONSTITUCIÓN DE LA CIENCIA MODERNA.

La constitución de las ciencias de la naturaleza ha supuesto una de las mayores revoluciones filosóficas. ORTEGA llegó a decir que «la constitución de la física es, sin duda, el hecho más importante de la historia *sensu stricto* humana»⁴.

En efecto, «La promoción de la física al rango de ciencia, en el sentido en que entendemos hoy este término, está ligada a una transformación profunda en la manera de mirar y de interrogar a la naturaleza»⁵.

En el prólogo a la segunda edición de la *crítica de la razón pura* dice KANT que la lógica y las matemáticas han seguido siempre desde los tiempos más remotos, «en la maravillosa Grecia», «el camino seguro de la ciencia». En cambio la física «hubo de tardar mucho más tiempo en encontrar las grandes vías de la ciencia», hasta que al fin se encarriló por la vía segura en el siglo XVI. ¿Cómo explicar este enorme retraso si el libro de la naturaleza estuvo también perpetuamente abierto ante los ojos de los griegos y de los hombres de la Edad Media? Sin duda se debió de algún modo a que ese libro, como decía GALILEO, «está escrito en caracteres diferentes de los de nuestro alfabeto» y por lo tanto «no puede ser leído por todo el mundo». En cuanto a los que ya sabían leer en ese tipo de caracteres que «no son otros que los triángulos, cuadrados, esferas, conos y otras figuras matemáticas», o no repararon en que la naturaleza estaba escrita así, o no supieron plantearle convenientemente las preguntas, pues en todo caso no les respondió.

Por ello tendremos que averiguar cuáles sean las características de la nueva manera de mirar e interrogar a la naturaleza para conseguir que revele sus misterios. O lo que es igual, analizar los rasgos del método experimental que permitió aquella promoción de la física al rango de ciencia. De acuerdo con BLANCHÉ esos rasgos «se los puede reducir a tres, ninguno de los cuales es sin duda absoluta-

4. ORTEGA Y GASSET, *La idea de principio en Leibniz y la evolución de la teoría deductiva*, Madrid, 1967, 55.

5. BLANCHÉ, R., *El método experimental y la filosofía de la Física*, México, 1972, 11.

mente nuevo en sí mismo, pero cuya unión íntima hará la originalidad del método experimental en física: el uso del razonamiento hipotético-deductivo, el tratamiento matemático de la experiencia, el recurso a la experimentación»⁶.

Fijémonos, por ejemplo, en dos famosas formulaciones del principio de inercia, la de ARISTÓTELES y la de NEWTON.

En su *Mecánica* dice ARISTÓTELES:

«El cuerpo en movimiento se detiene cuando la fuerza que lo empuja deja de actuar».

En los *Principia* de NEWTON puede leerse:

«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».

¿Cómo se ha producido esta *inversión* representada en el cambio del «se detiene» por el «persevera»? Entre ARISTÓTELES y NEWTON hubo por lo menos dos pensadores en los que es necesario fijarse para explicar la inversión aludida: OCKHAM y GALILEO: OCKHAM, haciendo uso de su principio de economía, observará agudamente que la formulación aristotélica supone que el «estado natural» de un cuerpo es el reposo. Esta suposición va contra la ley de economía, pues para cumplirla hay que suponer que «mientras no se demuestre lo contrario» (y ARISTÓTELES no lo demostró) tan «natural» le es a un cuerpo el estado de reposo como el estado de movimiento. El mérito enorme de GALILEO consistió en atacar el problema acudiendo a lo que EINSTEIN llamaría «la experiencia idealizada». Con ello GALILEO «nos enseñó que no debemos creer, siempre, en las conclusiones intuitivas basadas sobre la observación inmediata, pues ellas conducen a menudo a equivocaciones»⁷. GALILEO decía: «Yo fui persuadido por la razón antes de ser asegurado por el sentido».

En una nota luminosa escribe ORTEGA: «Lo que interesa a GALILEO no es, pues, adaptar sus ideas a los fenómenos, sino, al revés, adaptar los fenómenos mediante una interpretación a ciertas ideas rigurosas *a priori*, independientes del experimento, en suma, a formas matemáticas»⁸.

6. BLANCHÉ, o. c., 22.

7. EINSTEIN, *La física, aventura del pensamiento*, Buenos Aires, 1961, 14-15.

8. ORTEGA, *Kant, Hegel, Dilthey*, Madrid, 1965, 72 nota 1.

Sólo merced al principio de economía, e imaginando un experimento ideal, argumentando *ex suppositione* («fingiendo hipótesis», pese a que la expresión no fuere del agrado de NEWTON) fue posible llegar a la rigurosa formulación del principio de inercia en los *Principia*. Tras la *inversión* en esta primera ley vendrían los cambios correspondientes en las demás nociones fundamentales, como por ejemplo, la de fuerza. Mientras que en el contexto aristotélico habría que definirla como el producto de la masa por la velocidad del móvil, ahora la fuerza queda definida como el producto de la masa por la aceleración.

No es que los sistemas de los antiguos no fueran ricos en contenido empírico, o que los antiguos no conocieran el razonamiento hipotético-deductivo, que los conocían y practicaron. Lo que les faltaba era la utilización del aparato matemático en el trato con la experiencia sensible, que posibilitara el análisis de las *dimensiones* características de los fenómenos, para establecer la dependencia *funcional* de unas respecto de otras. Y por lo que respecta al procedimiento hipotético-deductivo lo que se necesitaba precisamente era su aplicación sistemática, cambiando a la vez la idea de hipótesis-postulado por la de hipótesis-conjetura⁹.

Como dirá SPINOZA, los hechos de experiencia se nos presentan a la manera de «consecuencias a las que faltan sus premisas».

Ante la reiteración de un fenómeno, la «imaginación libre fiscalizada por los requisitos de la coherencia y de la lógica»¹⁰ formula hipótesis, esto es, conjeturas que al menos resultan verosímiles. Acto seguido, invirtiendo ahora el movimiento y merced a una cadena de deducciones rigurosas se llega a consecuencias contrastables con los hechos de la experiencia, decidiendo así el valor de las conjeturas.

El cuadro se completa con la sustitución de las antiguas formas de observación ingenua y banal por la utilización de aparatos concebidos *ex profeso* para la observación de los fenómenos e incluso para producirlos artificialmente en condiciones óptimas para su *medición*.

No se trata ya de conseguir un acopio amorfo de datos, una

9. (Véase también para este punto las págs. 26-30 de la Introducción del libro citado de R. BLANCHÉ).

10. WHITEHEAD, A. N., *Proceso y realidad*, Buenos Aires, 1956, 19.

experiencia *ciega* en fin de cuentas, sino una observación dirigida a conseguir respuestas precisas a preguntas muy concretas deducidas de conjeturas bien fundadas, que esperan el veredicto de la experiencia. El científico, para expresarlo con el simil kantiano, interroga ahora a la naturaleza en la actitud del juez que interroga al testigo, cumpliendo el deseo de Bacon de someterla a tortura para hacerle confesar sus secretos.

3. EL DESARROLLO DE LAS CIENCIAS Y LAS REVOLUCIONES CIENTÍFICAS.

Una mirada panorámica a la historia de las ciencias nos permite percatarnos de que el orden cronológico en el que han sido promovidas al rango de verdaderas ciencias, en el sentido actual del término, y el rigor y exactitud de sus resultados hasta el presente, discurre en el sentido inverso del grado de complejidad real de sus respectivos objetos. En primer lugar encuentran el camino seguro las ciencias formales y sólo después de muchos siglos logran encarrilarse las ciencias empíricas. Dentro de estas últimas se consolida primero la física, luego la química, después la biología y más tarde la psicología, la sociología, la economía, etc.

Si pasamos ahora a considerar el desarrollo interno de los dos géneros de ciencias, éste se nos presenta, a primera vista al menos, como decididamente acumulativo y orientado hacia la consecución de teorías cada vez más abstractas y unificadoras.

Fijémonos un momento en el despliegue de las ciencias formales. LUKASIEWICZ nos ha convencido de que la magnífica lógica de ARISTÓTELES es ya plenamente lógica formal y no «lógica metafísica», aunque, no obstante, es hoy incuestionable el hecho de su limitación, que KANT no supo ver. En LEIBNIZ aparece ya claro el intento de tratar matemáticamente los asuntos de la lógica, pero el entusiasmo le lleva a pensar en una *mathesis universalis*. Los *Principia mathematica* de WHITEHEAD-RUSSELL son el exponente máximo del moderno desarrollo de la lógica. El cuadro de este espléndido desarrollo quedó determinado cuando GÖDEL con su famoso teorema demostraba la imposibilidad del ideal algorítmico hilbertiano y, por supuesto, el carácter utópico de la *mathesis universalis* leibniziana.

La geometría de los *Elementos* de EUCLIDES se algebriza en ma-

nos de DESCARTES dando lugar a la geometría analítica y en el siglo XIX gracias a los trabajos de GAUSS, RIEMANN, BOLIAI, LO-BACKEWSKY, KLEIN, HILBERT, etc. se convierte en «una más» de las múltiples geometrías posibles.

Para dibujar el proceso de desarrollo del álgebra cedemos la palabra a Luis ROUGIER: «El poder de las matemáticas se ha aumentado considerablemente el día que se tuvo la idea de dejar indeterminados los números sobre los que se opera; así nace el álgebra clásica, que estudia el resultado de ciertas operaciones efectuadas sobre números indeterminados. Una nueva generalización consistirá en dejar igualmente indeterminadas las operaciones, considerando solamente la estructura y las relaciones de conjunto: Así nace el álgebra abstracta de la que se puede decir que estudia operaciones no determinadas que se refieren a objetos no determinados. De ese modo el álgebra abstracta puede aplicarse indiferentemente al conjunto de los números enteros positivos, al conjunto de todos los elementos de la geometría proyectiva, al conjunto de acontecimientos en la teoría de probabilidades, al conjunto del cálculo de proposiciones»..., etc.¹¹.

Se ve, pues, como tanto en Lógica como en Matemática el desarrollo alcanzado a lo largo de la historia ha supuesto una progresiva abstracción, una irreversible generalización. Ello ha permitido que los logros precedentes queden incluidos en los campos actuales de esas dos ciencias. Más concretamente: la lógica aristotélica y la geometría euclidiana no son hoy más que parcelas mínimas o «casos concretos» de la lógica y geometría actuales.

Es más, lógica y matemáticas han alcanzado poco menos que su unificación desde el momento en que los teoremas de éstas son traducibles al lenguaje de aquéllas y los conceptos aritméticos fundamentales se construyen a partir de conceptos lógicos más elementales. A cambio de esa generalización los principios lógicos y matemáticos han perdido el presunto carácter dogmático de primeros principios en sentido fuerte y se han convertido en meros axiomas, con lo que ambas ciencias formales, al purificarse de toda referencia metafísica, han ganado otra propiedad decisiva: su relativización.

11. ROUGIER, L., *Traité de la connaissance*, Paris, 1955, 91-92.

¿Se puede hablar de un tipo de desarrollo similar en la ciencia natural?

En principio la respuesta parece ser afirmativa.

La evolución de la ciencia natural se explicaría por el despliegue sucesivo de principios unificadores de los nuevos fenómenos, que se resistían a la unificación de los principios anteriores. En su *Novum Organon Renovatum* ha dejado W. WHEWELL el siguiente pasaje: «Los eclipses suceden en un desorden misterioso: la noción de *ciclo* disipa el misterio. Los planetas hacen una danza confusa y embrollada: los *epiciclos* reducen al orden esta confusión. Los epiciclos, a su vez, acaban por embrollarse: la concepción de la *elipse* hace claro y simple todo. Y así, uno tras otro son introducidos nuevos elementos de orden inteligible»¹².

Con la ley de gravitación NEWTON consigue unificar las físicas terrestre y celeste de GALILEO y KEPLER respectivamente. La hazaña de una nueva unificación, a un nivel más abstracto en este caso, corrió a cargo de EINSTEIN, quien, ya en nuestro siglo, logró integrar, con la teoría de la relatividad restringida y después con la teoría de la relatividad generalizada las leyes de la mecánica newtoniana y las leyes estructurales sobre el electromagnetismo formuladas por MAXWELL. La mecánica de NEWTON se limitaría a dar los resultados de la mecánica relativista cuando se trabaja con velocidades pequeñas, y lo poco aprovechable de la mecánica aristotélica quedaría englobado en la física newtoniana como caso particular. Así las cosas, incluso nos sentiríamos tentados a no considerar desprovistos de todo sentido ciertas correspondencias entre algunos jalones representativos de la evolución de la lógica, la matemática y la física proponiendo, por ejemplo, las siguientes ternas: ARISTÓTELES, LEIBNIZ y FREGE para la primera; EUCLIDES, DESCARTES y HILBERT para la segunda; PTOLOMEO, NEWTON y EINSTEIN para la tercera...

La situación de crisis que precede a la formulación de una nueva teoría capaz de solucionar los problemas que la originaron es vivamente reflejada por los científicos creadores de una de esas teorías. EINSTEIN decía: «Es como si le hubieran retirado a uno el terreno que pisaba, sin ver en ninguna parte un punto firme sobre el que fuera posible construir». Y COPÉRNICO escribió sobre el estado en

12. Recogido por BLANCHÉ en *o. c.*, 278.

el que se hallaba la astronomía de su tiempo: «Es como si un artista tuviera que tomar las manos, los pies, la cabeza y otros miembros de sus cuadros de modelos diferentes, de tal modo que cada una de las partes estuviera perfectamente dibujada; pero sin relación con un cuerpo único, y puesto que no coinciden unas con otras en forma alguna, el resultado sería un monstruo más que un hombre»¹³.

Pero actualmete T. S. KUHN, de quien hemos tomado estas dos citas, cree encontrar en la investigación histórica misma «bases para abrigar dudas profundas sobre el proceso de acumulación» de la ciencia; estima que existe un alto paralelismo entre la estructura de las revoluciones científicas y las revoluciones políticas; considera que el desarrollo de las ciencias no es muy diferente del tipo de desarrollo de la literatura, la música, las artes y de muchas otras actividades humanas; y, en fin, se permite dudar consecuentemente que el desarrollo de la ciencia «sea un proceso de evolución *hacia* algo» (la verdad), pareciéndole ilusoria «la noción de un paralelo entre la ontología de una teoría y su contraparte «real» en la naturaleza»¹⁴.

La «ciencia normal» consistiría en la ampliación del conocimiento de aquellos hechos que el «paradigma» establecido muestra como particularmente reveladores; en el «trabajo de limpieza» que un paradigma deja para hacer; en la solución de «enigmas» (*puzzles*), que son problemas caracterizados «por tener más de una solución asegurada»¹⁵.

En los momentos críticos («ciencia extraordinaria») se produce el cambio de paradigmas y «el historiador de la ciencia puede sentirse tentado a proclamar que cuando cambian los paradigmas el mundo mismo cambia con ellos». Todo ocurre como si los científicos vieran su mundo de investigación de manera diferente. «Las demostraciones conocidas de un cambio en la forma (GESTALT) vi-

13. Tomado de T. S. KUHN, *La estructura de las revoluciones científicas*, México, 1971, 137-138. Escribe COPÉRNICO: «accidit eis perinde, ac si quis a diversis locis, manus, pedes, caput, aliaque membra optime quidem, sed non unius corporis comparatione, depicta fumeret, nullatenus invicem sibi respondentibus, ut mostrum potius quam homo ex illis componeretur». (Cfr. *De revolutionibus orbium caelestium*, ed. Basilea, 1966).

14. *Ibid.*, 23, 149-151, 317, 263, 314.

15. *Ibid.*, 52, 73.

sual resultan muy sugestivas como prototipos elementales para esas transformaciones del mundo científico. Lo que antes de la revolución eran patos en el mundo del científico, se convierte en conejos después»¹⁶.

Se trataría, pues, de algo así como de una reestructuración perceptiva, de una nueva *invisión* gestáltica, pero en cambio no se podría afirmar sin más que la nueva *Gestalt* fuera «mejor», ya que «la competencia entre paradigmas no es el tipo de batalla que puede resolverse por medio de pruebas»¹⁷.

Y así «la transferencia de la aceptación de un paradigma a otro es una experiencia de conversión que no se puede forzar»¹⁸. Para refrendar esta línea de pensamiento toma KUHN el siguiente pasaje de la *Scientific Autobiography* de MAX PLANCK: «Una nueva verdad científica no triunfa por medio del convencimiento de sus oponentes, haciéndoles ver la luz, sino más bien porque dichos oponentes llegan a morir y crece una nueva generación que se familiariza con ella».

El criterio para la adopción de un cambio de paradigma se debería en fin de cuentas a «la decisión del grupo científico», y por lo tanto, para dilucidar el tipo de progreso operado en las ciencias «es posible que tengamos que renunciar a la noción, explícita o implícita, de que los cambios de paradigma llevan a los científicos, y a aquellos que de tales aprenden, cada vez más cerca de la verdad»¹⁹.

El problema que subyace a esta nueva visión kuhniana del desarrollo de las ciencias es el problema de la comparabilidad de teorías y, en última instancia, la puesta en duda de que el lenguaje observacional sea teóricamente independiente, tesis comunmente aceptada por los positivistas lógicos. Permaneciendo invariantes en cuanto al significado los términos y enunciados observacionales de dos teorías contrapuestas, bastaría con acudir a los experimentos cruciales para dirimir los conflictos entre ellas. Pero KUHN, secundado en esto por HANSON y FEYERABEND, desconfía de que haya «hechos» teóricamente «neutrales», presuponiendo más bien que a cada teoría le corresponda su propio lenguaje observacional. Lo que

16. *Ibid.*, 176.

17. *Ibid.*, 230.

18. *Ibid.*, 235.

19. *Ibid.*, 262.

les conduciría consecuentemente a restarle importancia a la metodología científica y sumársela a la historia de la ciencia, llegando finalmente a la propuesta de sustitución de aquella por ésta.

Ante una teoría científica cabe disinguir en principio entre su estructura y su génesis, entre la justificación lógica de lo descubierto y el proceso que condujo al descubrimiento. A niveles ciertamente distintos parecen moverse la ciencia de la justificación y la averiguación de cuál haya sido en cada caso el *ars inveniendi*. Aquélla cae del lado de la lógica, ésta del lado de la psicología por lo menos. Que ambos campos han de estar relacionados, es más, sutilmente relacionados, parece evidente y la clarificación de esas relaciones constituye un reto. Mas pretender resolver el problema con expedientes reduccionistas, invadiendo desde uno el otro campo, puede acarrear más confusión que entendimiento. Y KUHN no anda nada lejos de incurrir en tal reduccionismo. Así en las págs. 31-32 de la obra citada considera «extraordinariamente problemáticas» y por supuesto inoperantes al aplicarlas «a las situaciones reales», aquellas influyentes distinciones del tipo de la que separa entre «el contexto del descubrimiento» y «el contexto de la justificación». Sencillamente habría que verlas como ingredientes de una teoría que a su vez ha de someterse «al mismo escrutinio aplicado regularmente a las teorías en otros campos». En fin, los conflictos entre teorías en competición serían dirimidos como conflictos entre «grupos científicos». Y no habría manera de resolver ese tipo de enfrentamientos en el plano de la justificación.

4. EL PROBLEMA DE LA INDUCCIÓN.

En el *contexto de la justificación* se inscribe un problema central de la filosofía de la ciencia, el del fundamento de la inducción. Conocido también como «el problema de HUME», alguien lo ha descrito como la «oveja negra» de la filosofía. Podríamos plantearlo con las siguientes preguntas: ¿está justificado el paso inferencial desde casos de los que tenemos experiencia a casos de los que no la tenemos? Si las leyes científicas se basan en la observación de determinadas regularidades de los fenómenos observados ¿qué justificación tenemos para inferir de esas regularidades una ley de la naturaleza? Si las leyes han de ser inducidas desde un número determinado

de enunciados protocolares, entonces la inducción involucra una generalización y extrapolación. Estas dos operaciones se apoyarían en el principio, explicitado así por ROYER-COLLARD: «el principio de la inducción reposa sobre dos juicios: el universo está gobernado por leyes estables, he aquí el primero; el universo está gobernado por leyes generales, he aquí el segundo. Se sigue del primero que, conocidas en un sólo punto de la duración, las leyes de la naturaleza lo son de todos; se sigue del segundo que, conocidas en un sólo caso lo son de todos los casos perfectamente semejantes»²⁰.

Ahora bien, ni el principio de la constancia de las leyes de la naturaleza, ni el principio físico de causalidad son intuitivamente evidentes, ni demostrables por el sólo razonamiento deductivo. Obviamente tampoco pueden ser obtenidos por razonamiento experimental, so pena de incurrir en fragante petición de principio. Es bien sabido que ante esta situación HUME no encuentra otra escapatoria que no sea la de reducir aquel pretendido principio a un simple hábito psicológico.

Bertrand RUSSELL enjuiciaba así la situación en su *Historia de la filosofía occidental*: «HUME ha probado que el empirismo puro no constituye una base suficiente para la ciencia. Pero si ese principio (el de inducción) es admitido, todo lo demás puede ponerse de acuerdo con la teoría de que todo nuestro conocimiento se basa en la experiencia. Debe admitirse que con esto se abandona un punto clave del empirismo puro, y que muchos no empiristas pueden preguntarse porqué, mientras este abandono se autoriza otros no son permitidos. Pero estas preguntas no son sugeridas directamente por los argumentos de HUME. Lo que prueban estos argumentos —y no creo que la prueba pueda ser discutida— es que la inducción es un principio lógico independiente, que no puede ser inferido ni de la experiencia ni de otros principios lógicos, y que sin este principio la ciencia es imposible»²¹.

Como se sabe KANT creyó haber respondido cumplidamente al reto de HUME pretendiendo haber solucionado el famoso problema con su teoría de la *síntesis a priori*, y concretamente con la inclusión

20. Citado por BLANCHÉ, *o. c.*, 484.

21. Citado por BRYAN MAGGE, *Popper*, Barcelona, 1974, 27-28. Cfr. la obra de RUSSELL en la ed. esp. Madrid, 1971, 296.

de las «analogías de la experiencia» en el ámbito de los principios trascendentales. En los *Prolegómenos* escribiría: «Esta solución completa del problema de HUME, aunque contraria a sus previsiones, conserva pues a los puros conceptos del entendimiento, su origen *a priori* y a las leyes generales de la naturaleza su validez como leyes del entendimiento, pero de manera que se restringe su uso a la experiencia, porque su posibilidad sólo tiene su fundamento en la relación del entendimiento con la experiencia; no en el sentido de que las leyes sean derivadas de la experiencia, sino en el sentido de que la experiencia deriva de ellas. De este modo enteramente inverso de enlace, HUME nunca se percató»²².

La solución propuesta por KANT no podía ser del agrado de los positivistas lógicos ya que «como señaló una vez MORITZ SCHLICK, en verdad el empirismo puede ser definido como el punto de vista según el cual lo sintético *a priori* no existe. Si es posible reducir todo el empirismo a una fórmula, ésta es la única manera de hacerlo»²³.

Es un sentir unánime entre los neopositivistas que la aparición de las geometrías no euclideas (LOBATCHEWSKI, RIEMANN, etc.) primero, y la fundamentación lógica de las matemáticas (FREGE, PEANO, RUSSELL) después, dejaron fuera de juego aquella noción central del sistema kantiano²⁴.

Se pensó por lo tanto que para enjuiciar el proceso inductivo desde el punto de vista de su valor formal resultaba forzoso comenzar eliminando los dos postulados en los que se apoyaba la generalización. Esa eliminación permite caer en la cuenta, con LUKASIEWICZ, de que la inducción no es más que caso de la reducción.

Las expresiones formales de los dos modos legítimos de la argumentación hipotética (*ponendo ponens* y *tollendo tollens*) son tautológicas, mientras que las expresiones correspondientes a sus recíprocas reductivas no lo son.

Un nuevo avance supuso el descubrimiento de RUSSELL de que el paso $p \rightarrow q$ que aparece en

$$\frac{p \rightarrow q \quad q}{p}$$

22. KANT, *Prolegómenos*, Sección 30.

23. CARNAP, R., *Fundamentación de la Física*, Buenos Aires, 1969, 24.

24. Cfr. REINHENBACH, H., *La filosofía científica*, México, 1953.

esquema reductivo de Lukasiewicz, es inesencial a la situación inductiva, no dejando al descubierto la pura relación inductiva de la información q a la hipótesis p .

Pero el verdadero revolucionario del análisis moderno de la inducción ha sido R. CARNAP, creador de una lógica matemática inductiva²⁵.

Según él, la relación inductiva entre la información y la hipótesis debe ser entendida como una «relación de confirmación». La relación inductiva entre q y p es la medida en que q confirma a p independientemente de que p implique a q . La traducción del lenguaje de la lógica proposicional al de la lógica de clases permite ver que la relación deductiva de implicación se corresponde en el nuevo lenguaje con la relación de inclusión, mientras que la relación inductiva de confirmación equivale al concepto de «probabilidad lógica». Sirviéndose de las nociones de «descripciones de estado» y «ámbitos semánticos», y atribuyéndoles valores, llega CARNAP a la definición de «función de confirmación». Una vez cuantificada la relación de confirmación merced a la función de confirmación, se lanza CARNAP a un análisis formal de esa relación, dotado en principio del mismo rigor que el análisis formal de la implicación de la lógica deductiva. Los teoremas del análisis formal de la inducción se corresponderían con los teoremas del cálculo de probabilidades, cuya fundamentación lógica buscaba precisamente CARNAP.

Ahora bien, cuando CARNAP habla del grado de confirmación de una hipótesis o ley y dice que el grado de confirmación es idéntico a la probabilidad lógica ¿qué ha de entenderse por «probabilidad lógica»? Oigámosle a él: «¿Porqué agrego al adjetivo 'lógica'? Esto no es habitual; la mayoría de los libros sobre la probabilidad no establecen una distinción entre diversos tipos de probabilidad, una de las cuales sea llamada la 'probabilidad lógica'. Pero es mi creencia que hay dos tipos fundamentalmente diferentes de probabilidad, y

25. CARNAP, R., *Logical Foundations of Probability*, Chicago, 1950. Un buen resumen elemental sobre la inducción y la probabilidad puede verse en el libro de M. SACRISTÁN LUZÓN, *Introducción a la lógica y al análisis formal*, Barcelona, 1964.

los distingo llamando a uno 'probabilidad estadística' y al otro 'probabilidad lógica'²⁶.

Otras veces en lugar de «probabilidad lógica» emplea la expresión «probabilidad inductiva».

En todo caso los puntos principales que él quiere destacar entre esos dos conceptos son los siguientes: «Ambos tipos de probabilidad —la estadística y la lógica— pueden aparecer en la misma cadena de razonamientos. La probabilidad estadística forma parte del lenguaje objeto de la ciencia. A los enunciados acerca de la probabilidad estadística les podemos aplicar la probabilidad lógica, que forma parte del metalenguaje de la ciencia. Es mi convicción la de que este punto de vista brinda un cuadro mucho más claro de la inferencia estadística que el que se encuentra comunmente en los libros sobre estadística, y que ofrece un cimiento esencial para la construcción de una adecuada lógica inductiva de la ciencia»²⁷.

Además de la frecuencia estadística controlable por la experiencia se haría necesario hablar del grado de confirmación controlable por la lógica inductiva, elaborada por analogía con la lógica deductiva. La única diferencia entre ambas ramas de la lógica residiría en que mientras en la deductiva se maneja la «implicación lógica completa», en la inductiva se opera con una «implicación lógica parcial». Por supuesto queda descartada como quimérica aquella pretensión de la lógica inductiva tradicional, al estilo de BACÓN o MILL, de llegar a conseguir un método absolutamente seguro para pasar de los hechos a las leyes, una especie de máquina inductiva que garantizaría incluso la verdad material de la conclusión del razonamiento experimental. Frente a esos proyectos entusiastas del pasado, ahora se hablará de «La apuesta inductiva» (REICHENBACH), o «comportamiento inductivo» (J. NEUMANN), o sencillamente se tomará como principio regulador el de que «la probabilidad de una hipótesis se acrecienta con el aumento de la base empírica».

Citamos de nuevo a CARNAP: «Aunque las premisas sean verdaderas y aunque la inferencia sea una inferencia inductiva válida, la conclusión puede ser falsa. Lo más que podemos decir es que, con respecto a las premisas dadas, la conclusión tiene un cierto grado

26. CARNAP, R., *Fundamentación lógica de la física*, ed. c., 39.

27. *Ibid.*, 62.

de probabilidad. La lógica inductiva nos enseña a calcular el valor de esa probabilidad. Sabemos que los enunciados singulares acerca de hechos, a los que se llega por la observación, nunca son absolutamente seguros porque podemos cometer errores en nuestras observaciones; pero en lo que respecta a las leyes, hay una incertidumbre aún mayor. Una ley acerca del mundo declara que, en cualquier caso particular, en cualquier lugar y en cualquier momento, si una cosa es verdadera, otra cosa determinada es verdadera. Evidentemente, esto contiene una referencia a una infinidad de casos posibles. (...). Y si hay una infinidad de casos, ningún número finito de observaciones, por grande que sea, puede dar certidumbre a la ley 'universal'. (...). En ningún momento es posible llegar a una verificación completa de una ley»²⁸.

5. EL FALSACIONISMO Y EL PROBLEMA DE LA DEMARCACIÓN.

La idea de una lógica inductiva probabilitaria ha sido duramente criticada por K. POPPER, para quien «la teoría probabilística de la inducción —o idea de una probabilidad inductiva— es insostenible»²⁹.

Habíamos visto cómo para CARNAP venían a ser idénticos el «grado de confirmación» y la «probabilidad lógica». Según POPPER, en cambio, ha de distinguirse de un modo tajante entre probabilidad (en el sentido de cálculo de probabilidades) y grado de corroboración o confirmación, ya que en general un grado más elevado de corroboración estará acompañado de uno inferior de probabilidad³⁰.

En el apéndice IX de la obra citada explicitando una nota crítica suya sobre el origen y distinción de los términos «confirmación» y «corroboración», escribe refiriéndose a CARNAP: «Además, quería señalar que su división de la probabilidad en probabilidad₁ (= su grado de confirmación) y probabilidad₂ (= frecuencia estadística) era insuficiente, es decir, que, aun restringiendo cuanto es posible, existen, al menos, dos interpretaciones del cálculo de probabilidades

28. *Ibid.*, 36-37.

29. POPPER, K., *Lógica de la investigación científica*, Madrid, 1971, 338.

30. *Ibidem*.

(la interpretación lógica y la estadística), y que, *además*, se tiene un grado de corroboración, *que no es una probabilidad* (como acabo de hacer patente, y como hacía ver en mi nota)»³¹.

Y en la última página citada llega a afirmar: «Me siento obligado a decir claramente que la teoría de CARNAP es contradictoria, y que su contradicción no es algo de menor importancia, que pudiera repararse fácilmente, sino que se debe a errores en sus fundamentos lógicos». Piensa POPPER que los defensores de la probabilidad inductiva estarían «tal vez influidos por la errónea opinión de que la ciencia, incapaz de llegar a la certeza, debe apuntar a una especie de “*Ersatz*”: la máxima probabilidad alcanzable»³².

Ahora bien, «nuestra ciencia no es conocimiento (*epistēmē*): nunca puede pretender que ha alcanzado la verdad, ni siquiera el sustituto de ésta que es la probabilidad»³³.

Los creyentes en la lógica de la probabilidad no se habían dado cuenta de que «no se gana nada con sustituir la palabra “verdadero” por “probable”, ni la palabra “falso” por “improbable”»³⁴. En realidad, piensa POPPER, toda teoría del conocimiento basada en la lógica inductiva, clásica o probabilitaria, nos dejaría abocados «al dilema de tener que elegir entre una regresión infinita y el *apriorismo*»³⁵. Es decir, que tampoco con la lógica inductiva de corte probabilístico nos podríamos escapar, siempre que quisiéramos evitar una regresión infinita, de la síntesis *a priori*, dado que también en esta modalidad inductiva precisaríamos el principio de inducción (o si se prefiere, una variante del mismo). «De una vez para siempre —decía HEYMANS, a quien cita POPPER— la teoría de la probabili-

31. *Ibid.*, 364-365.

32. *Ibid.*, 371.

33. *Ibid.*, 259.

34. *Ibid.*, 247.

35. En el artículo «La Demarcación entre la ciencia y la metafísica» contribución de POPPER al volumen *The Philosophy of Rudolf Carnap*, en el que junto con sus «más paternales saludos» le manda a CARNAP a través del Océano sus «flechas más agudas», insiste POPPER en que «una lógica inductiva debe suponer: o bien un regreso infinito (descubierto por HUME) o bien la aceptación (con KANT) de algún principio sintético válido *a priori*». Y añade: «Tengo la fuerte sospecha de que la teoría de la inducción de CARNAP supone implícitamente ambos». Cfr. POPPER, *El desarrollo del conocimiento científico*, Buenos Aires, 1967, 334 y ss.

dad es incapaz de explicar los razonamientos inductivos: pues exactamente el mismo problema que se encuentra latente bajo estos lo está bajo aquella (en la aplicación empírica de la teoría de la probabilidad). En ambos casos la conclusión va más allá de las premisas»³⁶. Es más, incluso en la obra de HUME se encuentran pasajes en los que su crítica del razonamiento inductivo alcanza también a la *inferencia probable*. También si al pretender realizar una inferencia de este tipo desde casos observados a casos inobservados le dijéramos a HUME que nuestra experiencia nos autoriza a hacerlo, él nos «reiteraría» su pregunta de «porqué a partir de dicha experiencia formamos conclusión alguna que vaya más allá de los casos de que hemos tenido anteriormente experiencia», haciéndonos entrar en la regresión infinita³⁷. En su *Abstract* podemos leer: «Es evidente que Adán, con toda su ciencia, nunca hubiera sido capaz de *demostrar* que el curso de la Naturaleza continuaría uniformemente el mismo... Digo más, y sobre esto añado que no podía ni tan siquiera probar, valido de ningún argumento *probable*, que el futuro se confirmaría al pasado. Todos los argumentos probables constrúyense en la suposición de que hay conformidad entre un futuro y un pasado, y de ahí que jamás puedan probarlo»³⁸.

El mismo pensamiento estaba ya formulado, aunque con menos claridad, en el *Treatise*: «Según esta explicación de las cosas, que es a mi parecer, de todo punto indiscutible, la probabilidad se funda en la presunción de una semejanza entre los objetos de los que tenemos experiencia y aquellos de los que no tenemos ninguna y, por consiguiente, es imposible que esta presunción surja de la probabilidad». Y ahora el comentario de POPPER: «Es decir, HUME muestra que su argumento en contra de la validez de la inferencia inductiva se aplica lo mismo tanto si pretendemos inferir la 'necesidad', n, de la conclusión, como si pretendemos inferir tan solo su 'probabilidad', p. (Las letras 'n' y 'p' serían variables que podrían intercambiarse en la argumentación de HUME)»³⁹. Por lo tanto en el

36. POPPER, R., *Log. inv., ed. c.*, 247.

37. Cfr. para un tratamiento más detallado SMART, J. J. C., *Entre ciencia y filosofía*, Madrid, 1975, 136 y ss.

38. Citado por POPPER, *o. c.*, 344. Cfr. ed. espñ. del *Compendio* de HUME, Valencia, 1977, 15.

39. POPPER, R., *Conocimiento objetivo*, Madrid, 1974, 90-91.

sentir de POPPER, ni REICHENBACH ni CARNAP, ni en general el positivismo lógico, habían logrado zanjar el problema de la inducción. Es hora ya de analizar la alternativa que POPPER propone para superar la fracasada teoría neopositivista de la ciencia. La teoría que él busca pretende eliminar los problemas a que da lugar la lógica inductiva sin necesidad de que se originen otros nuevos en su lugar⁴⁰. Será, en consecuencia, una teoría *deductivista*, que «podría describírsele como la teoría del *método deductivo de contrastar*, o como la opinión de que una hipótesis sólo puede *contrastarse* empíricamente —y únicamente después de que ha sido formulada»⁴¹. A la base de la concepción popperiana de la ciencia está su crítica del «principio de verificación» que los neopositivistas habían tomado como criterio para distinguir el sentido del sin sentido. De acuerdo con el criterio de verificabilidad un enunciado tendría sentido, si, y sólo si, en principio fuera verificable. Ahora bien, aplicado en su forma tajante este criterio relegaría como sin sentido a todos los enunciados universales. Por otra parte, dado que la formulación del principio de verificación es también un enunciado universal, quedaría a su vez sin justificar. El propio principio de verificación resultaría él mismo inverificable. Más aún, ese principio de verificación, «el dogma positivista», sería un enunciado metafísico, esto es, una pseudoproposición «Los positivistas, en sus ansias de aniquilar la metafísica, aniquilan juntamente con ella la ciencia natural. Pues tampoco las leyes científicas pueden reducirse lógicamente a enunciados elementales de experiencia»⁴². Frente a la pretensión neopositivista de contar con un criterio *de sentido* tan expeditivo, lo que POPPER busca es un criterio de *demarcación*, que le permita «distinguir entre las ciencias empíricas, por un lado, y los sistemas ‘metafísicos’, por otro»⁴³. Nuestro autor insiste una y otra vez en que no se trata en ningún caso de identificar los enunciados metafísicos con los enunciados sin sentido o pseudoenunciados, sino sencillamente de distinguir los enunciados metafísicos (muchos de los cuales podrán incluso ser verdaderos) de los enunciados de la ciencia empírica (entre los cuales por cierto habrá muchos que sean falsos).

40. POPPER, *Log. inv.*, ed. c., 33.

41. *Ibid.*, 30.

42. *Ibid.*, 36.

43. *Ibid.*, 34.

Al problema de la demarcación suele POPPER designarle como «problema de KANT» por considerar que el filósofo alemán lo «convirtió en el problema central de la teoría del conocimiento».

Este problema que es «el más fundamental» está íntimamente relacionado con el de la inducción, «el problema de HUME». Piensa POPPER que «en realidad, la razón principal por la que las epistemologías con inclinaciones empiristas tienden a prender su fe en el ‘método de inducción’, parece ser que la constituye una creencia de que éste es el único método que puede proporcionar un criterio de demarcación apropiado: esto se aplica, especialmente, a los empiristas que siguen las banderas del ‘positivismo’»⁴⁴. Por lo que respecta a los neopositivistas, «están dispuestos a admitir únicamente como científicos o legítimos los enunciados que son reducibles a enunciados elementales (o ‘atómicos’) de experiencia, —a ‘juicios de percepción’, ‘proposiciones atómicas’, ‘cláusulas protocolarias’ o como las quieran llamar—. No cabe duda de que el criterio de demarcación implicado de este modo se identifica con la lógica inductiva que piden»⁴⁵. De estos planteamientos se desprende que la solución a estos dos problemas, el de HUME y el de KANT han de venir juntas. Adviértase en este sentido la trabazón existente entre la Analítica y Dialéctica trascendentales de la *Crítica de la razón pura*. En particular para una epistemología que como la propperiana parte del rechazo de la lógica inductiva el hallazgo de un criterio de demarcación aceptable se convertirá en una «tarea crucial»⁴⁶.

El criterio que POPPER va a proponer ha de considerarse, dice él, «como una *propuesta para un acuerdo o convención*», admitiendo abiertamente que para llegar a esa propuesta se ha guiado «por juicios de valor y por predilecciones», que espera «sean aceptables para todos los que no sólo aprecian el rigor lógico, sino la libertad de dogmatismos», y confesando que, en última instancia, la única razón que tiene para proponerlo «es que es fecundo, o sea, que es posible aclarar y explicar muchas cuestiones valiéndose de él»⁴⁷.

Para salvar «los sistemas teóricos de la ciencia natural» tenemos

44. *Ibidem*.

45. *Ibid.*, 34-35.

46. *Ibid.*, 35.

47. *Ibid.*, 40.

que encontrar un criterio de demarcación que permita contrastar los enunciados universales, pero que no nos fuerce a desecharlos como ocurriría aplicando el criterio de verificabilidad. Esto nos sugiere que en lugar de hacer hincapié en la verificabilidad, nos fijemos más bien en la «falsabilidad de los sistemas» y la adoptemos como criterio. He aquí su formulación: «ha de ser posible refutar por la experiencia un sistema científico empírico»⁴⁸. La falsabilidad en efecto, si bien en un sentido negativo, nos permite también contrastar con la experiencia los enunciados universales, y con la ventaja de no hacernos incurrir en el error positivista.

«Mi propuesta —escribe POPPER— está basada en una *asimetría* entre la verificabilidad y la falsabilidad: asimetría que se derivará de la forma lógica de los enunciados universales. Pues estos no son jamás deductibles de enunciados singulares, pero sí pueden estar en contradicción con estos últimos. En consecuencia, por medio de inferencias puramente deductivas (valiéndose del *modus tollens* de la lógica clásica) es posible argüir de la verdad de enunciados singulares la falsedad de enunciados universales. Una argumentación de esta índole, que lleva a la falsedad de enunciados universales, es el único tipo de inferencia estrictamente deductiva que se mueve, como si dijéramos, en 'dirección inductiva': esto es, de enunciados singulares a universales»⁴⁹.

Es digno de resaltar el hecho de que la mayor parte de la teoría popperiana de la ciencia se desarrolla a partir de estas sencillas consideraciones sobre la relevancia del *modus tollens* para la refutación de hipótesis científicas. La importancia de la *asimetría* apuntada está hoy ampliamente reconocida:

«Es sumamente interesante el hecho de que, si bien no hay for-

48. *Ibi.*, 40.

49. *Ibid.*, 41. Sobre las objeciones de Duhem a la asimetría entre confirmación y refutación cfr. DUHEN, P., *The Aim and Structure of Physical Theory* (Princeton: Princeton University Press, 1954). Cfr. SMART, *Entre ciencia y filosofía*, ed. c., 153-154. En una nota correspondiente al párrafo 19 de su obra escribe POPPER: «Duhem niega la posibilidad de experimentos cruciales, ya que los considera verificaciones, mientras que yo afirmo la posibilidad de experimentos *falsadores* cruciales (este autor destaca, con razón, que sólo podemos refutar sistemas teóricos completos; pero no parece ver la asimetría existente entre verificación y falsación, lo cual afecta a su estudio de los experimentos cruciales)».

ma de verificar «en sentido estricto» una ley, hay una manera simple de refutarla. Sólo es necesario hallar un contraejemplo. El conocimiento de un contraejemplo puede ser, en sí mismo, incierto. Podemos haber cometido un error de observación o haber sido engañados de alguna manera pero si suponemos que el contraejemplo es un hecho, entonces se obtiene inmediatamente la negación de la ley. Si una ley dice que todo objeto que es P es también Q y hallamos un objeto que es P pero no Q, la ley queda refutada. Un millón de casos positivos son insuficientes para verificar la ley; un sólo contraejemplo basta para refutarla. La situación es marcadamente asimétrica. Es fácil refutar una ley, pero es muy difícil hallar una confirmación firme»⁵⁰.

Incluso los antiguos conocían a la perfección este tipo de relaciones lógicas fundamentales. Sirva como botón de muestra este texto de PROCLO: «De falsas hipótesis se puede sacar una conclusión verdadera, y la concordancia de esta conclusión con los fenómenos no es una prueba suficiente de la verdad de esas hipótesis»⁵¹.

La objeción de que siempre es posible negar que una teoría quede concluyentemente falsada por observaciones que aparentemente parezcan falsarla, que han planteado T. KUHN y H. PUTNAM⁵² ya había sido prevista por POPPER cuando escribía en la misma página en que fundamentaba su criterio de demarcación en aquella asimetría: «Podría decirse que, incluso admitiendo la asimetría, sigue siendo imposible —por varias razones— falsar de un modo concluyente un sistema teórico: pues siempre es posible encontrar una vía de escape de la falsación, por ejemplo, mediante la introducción *ad hoc* de una hipótesis auxiliar o por cambio *ad hoc* de una definición; se puede, incluso, sin caer en incoherencia lógica, adoptar la posición de negarse a admitir cualquier experiencia falsadora»⁵³.

Es tan consciente de la objeción, que piensa caracterizar el *mé-*

50. CARNAP, o. c., 37.

51. Citado por BLANCHÉ, o. c., 25.

52. Cfr. SCHILPP, P. A. (ed.), *The Philosophy of Karl R. Popper*, La Salle, Illinois: Open Court, 1974 (2 vols.). Cfr. también SINGER, P., *Hacia el descubrimiento de Karl Popper* en «Revista de Occidente», n.º 142, Madrid, 1975, 64-68.

53. POPPER, o. c., 41. Véase también p. 49.

todo empírico de tal forma «que excluya precisamente aquellas vías de eludir la falsación que mi imaginario crítico señala insistentemente», procurando por todos los medios, someter a todos los sistemas teóricos a «la más áspera lucha por la supervivencia», para poder elegir en cada caso, «la teoría que se mantiene mejor en la competición con las demás teorías, la que por selección natural muestra ser más apta para sobrevivir», que será justamente «la que no solamente haya resistido las contrastaciones más exigentes, sino que sea, a sí mismo, contrastable del modo más riguroso»⁵⁴.

Ahora bien una teoría es contrastable en tanto en cuanto sea falsable y «una teoría es falsable si la clase de sus posibles falsadores no es una clase vacía»⁵⁵, y comparando las clases de los posibles falsadores de las respectivas teorías se podrán comparar sus grados de contrastabilidad⁵⁶. En este orden de cosas «puede decirse que la cantidad de información empírica que nos aporta una teoría, es decir, su *contenido empírico*, aumenta con el grado de falsabilidad»⁵⁷. Las «leyes» de la Naturaleza como las demás leyes «cuanto más prohíben más dicen»⁵⁸.

A este respecto son características de la teoría popperiana las siguientes precisiones:

«La clase de posibles falsadores de todos los enunciados tautológicos o metafísicos son clases vacías, y por ello son idénticas»⁵⁹.

Siendo «e» un enunciado empírico, «t» una tautología, y «m» un enunciado metafísico tendremos: $Fsb(t) = Fsb(m) = 0$; $Fsb(e) > 0$. Siendo «c» un enunciado contradictorio tendremos: $Fsb(c) > Fsb(e) > 0$; conviniendo arbitrariamente en que $Fsb(c) = 1$, con lo que todo enunciado empírico quedará definido por:

$$1 > Fsb(e) > 0^{60}.$$

No deja de tener su buena dosis de ironía respecto del positivismo el hecho de que en la teoría popperiana los enunciados estrictamente existenciales pasan a ser considerados como *metafísicos*

54. *Ibid.*, 41, 103.

55. *Ibid.*, 82.

56. *Ibid.*, 107.

57. *Ibid.*, 108.

58. *Ibid.*, 40, 73, 103.

59. *Ibid.*, 110.

60. *Ibid.*, 111.

por la sencilla razón de que no pueden ser falsados⁶¹. Es justo la misma razón por la que inversamente los enunciados universales no son verificables. Con la siguiente asertación encontramos por fin el punto de partida de la crítica de POPPER a la teoría de CARNAP con la que habíamos comenzado el presente apartado:

«La probabilidad lógica de un enunciado es complementaria de su grado de falsabilidad, pues aumenta cuando este disminuye. La probabilidad lógica 1 corresponde al grado 0 de falsabilidad, y viceversa»⁶².

POPPER juzga tan fecunda su idea de la falsabilidad y la maneja con tal habilidad que cree aclarar e incluso resolver problemas de apariencia tan distantes como los relacionados con la sencillez de las teorías y el principio de economía del pensamiento.

«Todas las cuestiones epistemológicas que surgen alrededor del concepto de sencillez pueden contestarse si igualamos ese concepto con el de grado de falsabilidad»⁶³. Y más adelante: «pero sobre todo, muestra teoría explica *por qué es tan deseable la sencillez*. Para comprenderlo no hay necesidad de que asumamos un principio de economía del pensamiento, ni nada por el estilo: hemos de valorar más los enunciados sencillos que los menos sencillos, *porque nos dicen más, porque su contenido empírico es mayor y porque son mejor contrastables*»⁶⁴.

Si KANT tuvo in mente la mecánica de NEWTON para operar «la revolución copernicana» contenida en su *Crítica de la razón pura*, habría que señalar igualmente que la teoría popperiana de la ciencia encontraría una de sus principales motivaciones en el impacto producido por los éxitos de la teoría de la relatividad de EINSTEIN.

KANT, que incluso había escrito obras cosmológicas relevantes confeccionadas «de acuerdo con los principios newtonianos» estaba inevitablemente convencido de que la teoría de NEWTON era verdadera. Esta convicción la tenía aún Henri POINCARÉ. Ahora bien, para quien como él había despertado del sueño dogmático y conocía el problema de la inducción planteado por HUME, era inevitable

61. *Ibid.*, 67.

62. *Ibid.*, 113.

63. *Ibid.*, 142.

64. *Ibid.*, 134.

igualmente considerar que las leyes contenidas en aquella teoría no podían justificarse ni a partir de la ciénaga de nuestras sensaciones, ni tampoco analíticamente, partiendo únicamente de las leyes de la lógica formal. En estas condiciones la única salida posible era la síntesis *a priori* y la revolución que ella comportaba: «Nuestro intelecto no extrae sus leyes de la naturaleza... sino que las impone a la naturaleza». Con palabras de POPPER, KANT supuso «que el mundo tal como lo conocemos es el resultado de nuestra interpretación de los hechos observables a la luz de teorías que inventamos nosotros mismos».

Pero la teoría de EINSTEIN había superado a la de NEWTON desde el momento en que además de dar cuenta de todos los fenómenos que explicaba aquella logró predecir otros nuevos que también explicaba, y que, en cambio, eran incompatibles con la newtoniana. En consecuencia quedaba claro que nuestras teorías son mejorables y que caben diversas interpretaciones de los fenómenos. No hay teorías absolutas, y como decía EINSTEIN: «no puede haber mejor destino para una... teoría que el señalar el camino hacia otra teoría más vasta, dentro de la cual viva la primera como caso límite». Por lo tanto habrá que moderar la ilustre declaración kantiana en este sentido: «Nuestro intelecto no extrae sus leyes de la naturaleza, sino que trata —con diversos grados de éxito— de imponer a la naturaleza leyes que inventa *libremente*»⁶⁵.

La teoría de la relatividad de EINSTEIN (tanto la especial como la general) tenía un encanto peculiar para POPPER por cuanto se exponía arriesgadamente a la falsación, conduciendo a nuevos experimentos cruciales sin limitarse únicamente a «salvar» los fenómenos conocidos, caso por ejemplo de la hipótesis (*auxiliar*) de LORENTZ-FITZGERALD⁶⁶.

Otra motivación conexas con la anterior que inquietaba a POPPER era la de dilucidar el pretendido carácter científico del marxismo y el psicoanálisis, teorías que ya estaban de moda en la Viena de su juventud. Cuando con motivo del eclipse de 1919 la Teoría General de la relatividad salió corroborada del riesgo falsacionista al que

65. Cfr. POPPER, *El desarrollo del conocimiento científico*, ed. c., 42, 223, 224. Ver también las páginas 111-115.

66. *Ibid.*, 285-286, y *Log. inv. cient.*, 79-80.

se la sometía, debió pensar POPPER que los defensores de esas teorías se caracterizaban curiosamente por el afán de explicarlo todo, unido a la imposibilidad de someterlas a falsación, o a la no aceptación de ésta, cuando las presuntas predicciones habían sido contradichas por los hechos ⁶⁷.

Una vez formulado su criterio de demarcación, éstas y todas aquellas otras teorías, que, en general, no puedan ser sometidas a un proceso de estricta falsación, pasarán a engrosar los dominios de la metafísica o, en todo caso, de la pseudociencia. Lo cual no impide que algunas teorías metafísicas contengan sugerencias muy interesantes e incluso verdaderas anticipaciones de teorías científicas. Del hecho de que una determinada concepción sea «metafísica», por no ser científica, no se sigue, ni mucho menos, que haya de estar carente de significado o sentido. Y así, por ejemplo, la *aserción ar-chimetafísica* «Dios existe», no sólo es un enunciado con sentido, sino que además podría ser verdadero, pero no científico por cuanto no hay forma posible de falsarlo ⁶⁸.

Para concluir nos diría POPPER que su concepción gira en torno a un tema simple: «la tesis de que podemos *aprender de nuestros errores*» ⁶⁹. Que nuestras teorías científicas son permanentemente provisionales, pero que nos es posible en cada momento justificar nuestra preferencia por una dada entre varias teorías competidoras. En fin, que quedamos abocados a considerar a la verdad como una «idea reguladora», en el sentido kantiano, a la que tendemos y a la que podemos aproximarnos mediante la ciencia cuyo objeto es «aumentar la verosimilitud» ⁷⁰. El camino que conduce a la verdad, diríamos, es un camino que se anda precisamente eliminando errores. A medida que vamos incorporando nuevas certezas de cómo no es la realidad, nos estaremos acercando a su verdadera naturaleza.

A pesar de la indiscutible importancia de la teoría popperiana

67. Cfr. MAGEE, *o. c.*, 59 y ss., 128 y ss. Cfr. SINGER, *art. c.*, 79-81. Una evaluación del psicoanálisis como pseudociencia puede verse en BUNGE, *o. c.*, 58-60. Cfr. POPPER, *Búsqueda sin término*, Madrid, 1977, 43-52.

68. Cfr. Sobre este punto POPPER, *El Desarrollo del Con. Cient.*, *ed. c.*, 319-320.

69. *Ibid.*, 1.

70. POPPER, *Con. Obj.*, *ed. c.*, 74.

de la ciencia, naturalmente no ha alcanzado un consenso general. Y no ha faltado quien ante la postura apologetica de algún expositor entusiasta del pensamiento del maestro haya planteado la cuestión «peliaguda» de «qué es lo que podría falsar tal teoría»⁷¹.

SINGER opina que «el problema lógico de la inducción no está más próximo a resolverse que antes de que POPPER lo abordara», ya que «sin el supuesto de la inducción, el hecho de que una teoría fuera refutada ayer no afecta en modo alguno a su verdad de hoy. Es más, en el tiempo que se tarda en decir 'este resultado corrobora la teoría de EINSTEIN pero no la de NEWTON' se esfuma todo el significado de la observación, por lo que no podemos pasar a decir que, consiguientemente, la teoría de EINSTEIN está realmente más cerca de la verdad. Así que escamoteando el supuesto de la inducción pierde sentido la propia teoría de POPPER sobre el desarrollo del conocimiento científico»⁷².

No obstante, algunas cuestiones importantes de la Metodología de las ciencias parecen hoy bastante claras y en ello ha influido decisivamente la obra de POPPER. Concluimos refiriéndonos a una de ellas que expone así V. MUÑOZ: «No existe un método propiamente inductivo, ni unas reglas que, a partir de datos seguros, nos conduzcan a proposiciones universales científicas. Eso explica el fracaso de todas las lógicas inductivas concebidas de esa manera. Las hipótesis, las teorías, no se destilan, expresen o abstraen de los singulares o de los datos de los sentidos. Se crean y se inventan y, en un estadio posterior, se confirman con los hechos. Con ello no queremos negar la utilidad de las tablas de BACON, o de los métodos de MILL, por ejemplo, pero con dos condiciones: 1) que se han de utilizar para contrastar teorías, es decir, en el último estadio y no en el primero; 2) que valen como métodos de eliminación y falsación más que como verificación»⁷³.

Por otra parte quien polemice con POPPER bien podría decirse que de alguna forma tiene que polemizar también con KANT. Si LAKATOS y FEYERABEND, como dice repetidas veces este último en su

71. SINGER, art. c., 75.

72. *Ibid.*, 73.

73. MUÑOZ, V., *Inducción y conocimiento en una perspectiva actual*, en Revista «Estudios», XXVIII, 1972, 119.

libro *Contra el método*, se apoyan en HEGEL, POPPER se apoya en KANT. Aunque esto no lo diga FEYERABEND y tampoco lo suficiente POPPER. En KANT pueden espigarse algunos pasajes verdaderamente «popperianos». No sólo los concernientes al «rechazo» (mejor: superación) de la inducción, sino otros muy definitivos sobre el «riesgo» de la falsación que deben correr las teorías científicas y también sobre la famosa «asimetría» entre verificabilidad y falsabilidad. Dejamos para otra ocasión el estudio detallado de estas posibles anticipaciones. En otro orden de cosas a nadie se le oculta que en KANT funciona la noción de «revolución científica», con la seguridad, eso sí, de que nada más ajeno al pensamiento de KANT al respecto que la reducción de los contextos teóricos de la justificación a los contextos histórico-psicológicos de los descubrimientos. Si bien es verdad que debe evitarse el riesgo de incurrir en un logicismo exagerado, no sería menos condenable, especialmente después de KANT, HUSSERL y FREGE, recaer en el psicologismo o en sucedáneos todavía más perniciosos.

6. OTRAS PERSPECTIVAS.

En orden a dejar menos incompleto este ensayo de acercamiento a algunos de los problemas fundamentales de la Metodología y Filosofía de la ciencia tendríamos que detenernos a analizar otras concepciones igualmente actuales a las que ahora aludiremos. Al resumir más arriba la concepción kuhniana tuvimos ocasión de mencionar a FEYERABEND, su proceder «contrainductivo» plasmado en el *contestatario* «principio de proliferación» nos evoca algunas tesis características del movimiento dialéctico representado principalmente por GONSETH y BACHELARD. Al lado de la concepción de la lógica como «física del objeto cualquiera» de GONSETH y su propuesta de una «filosofía abierta», y la insistencia en la capacidad creadora de la negación, propia de la «filosofía del no» de BACHELARD, habría que mencionar las teorías del «corte epistemológico» de ALTHUSSER y la contrapartida del «cierre categorial» de G. BUENO⁷⁴.

74. Cfr. LAKATOS, MUSGRAVE (ed.), *Criticism and the growth of knowledge*, Cambridge, 1970. Cfr. BACHELARD, G., *Le nouvel esprit scientifique*, 3^{me} ed.,

Pero sobre todo, desde el momento en que para la reflexión sobre la ciencia además del estudio de los formalismos han ido adquiriendo especial importancia las consideraciones históricas, sociológicas y psicológicas de la misma, se hace indispensable llamar la atención sobre el posible papel principal que pueda jugar la epistemología genética en el panorama de la teoría de la ciencia.

POPPER nos tiene acostumbrados a que «el problema central de la epistemología ha sido siempre, y sigue siéndolo, el del aumento del conocimiento»⁷⁵. Asimismo PIAGET considera sistemáticamente el aumento del conocimiento como problema central de la epistemología genética. Para POPPER, no obstante, si bien los ejemplos y la mayoría de los problemas «pueden ser sugeridos por estudios sobre la génesis del conocimiento», está completamente claro que «las ideas fundamentales en epistemología no son de carácter fáctico, sino lógico»⁷⁶. La epistemología genética, en cambio, sin descuidar las consideraciones lógicas y el estudio de los materiales de la historia de la ciencia, se centrará especialmente en la perspectiva *ontogénica* para tratar de descubrir, merced a investigaciones experimentales, «las raíces de los distintos tipos de conocimiento desde sus formas más elementales y seguir su desarrollo en los niveles ulteriores inclusive hasta el pensamiento científico». Así «cualquier investigación en epistemología genética, ya se trate del desarrollo de tal sector del conocimiento en el niño (número, velocidad, causalidad física, etc.) o de tal transformación en una de las ramas correspondientes del pensamiento científico, supone la colaboración de especialistas de epistemología de la ciencia considerada, de psicólogos, de historiadores de las ciencias, de lógicos y matemáticos, de cibernéticos, de lingüistas, etc.»⁷⁷.

Paris, 1949. Cfr. GONSETH, F., *Motivation et structure d'une philosophie ouverte*, Paris, 1954. Cfr. ALTHUSSER, L., *La revolución teórica de Marx*, México, 1967. Cfr. BUENO, G., *Ensayo sobre las categorías de la economía política*, Barcelona, 1972.

75. POPPER, *Log. inv. cient.*, ed. c., 16.

76. POPPER, *Conocimiento objetivo*, ed. c., 71-72.

77. PIAGET, J., *La epistemología genética*, Madrid, 1970, 9, 11. Cfr. igualmente *Biología y conocimiento*, Madrid, 1969. *El estructuralismo*, Buenos Aires, 1968. *Introduction à l'épistémologie génétique*, 3 vols., Paris, 1950. Y el libro de PIAGET y BETH, *Relaciones entre la lógica formal y el pensamiento real*, Madrid, 1968.

Frente al apriorismo y al empirismo la concepción piagetiana defiende un interaccionismo entre sujeto y objeto asentando el primado de la acción (en lugar de los clásicos primados del sujeto o del objeto) que le lleva a destacar la importancia de la inteligencia sensoriomotriz para la explicación psicogenética del pensamiento.

Otro de los aspectos más característicos de la epistemología de PIAGET es la crítica del reduccionismo monista involucrado en el ideal de la ciencia unificada del neopositivismo, presentando en contrapartida su imagen del círculo de las ciencias en el que se apreciaría un empuje reduccionista, sí, pero ahora en los dos sentidos inversos por un lado hacia el polo de las estructuras lógico-matemáticas, y por el otro, en estricta compensación, hacia el polo de las estructuras biológicas y en último caso físico-químicas.

7. CONCLUSIONES.

En las anteriores reflexiones sobre la metodología de las ciencias y la problemática filosófica suscitada por los análisis referentes al método científico, se ha considerado casi sistemáticamente como ejemplo paradigmático el de la física.

Pero como esas reflexiones se llevaron a cabo en el marco de la metodología general de las ciencias factuales parece conveniente mostrar, de algún modo, su efectividad en aquellos ámbitos científicos que se hallen alejados de los de la física.

Para cubrir en parte este objetivo vamos a considerar brevemente una teoría psicológica reciente, en la que es fácil hacer resaltar su estructura hipotético deductiva, así como calibrar la interacción entre lo teórico y lo fáctico, entre las hipótesis y los experimentos. Nos referimos a la teoría conductista de L. HULL, reflejada en sus famosos libros *Principles of Behavior* (1943) y *A Behavior System* (1952). Como se sabe HULL murió en 1952 y no pudo completar la trilogía programada. En determinados ambientes de la ciencia psicológica se ha considerado a HULL como el NEWTON de la psicología. Este ingeniero psicólogo aspiraba a dotar a la psicología conductista de una estructura rigurosa y formal cortada por el pa-

trón de la geometría euclidiana⁷⁸. HULL empieza tomando como postulados diversos enunciados generales acerca de los procesos básicos implicados en diferentes aspectos de la conducta. A partir de estos postulados (hipótesis) deriva después un conjunto de teoremas (hasta ciento treinta y tres de estos teoremas figuran en *A Behavior System*) presentados en forma de leyes de la conducta. En una tercera etapa somete los enunciados, en los que se expresan esas pretendidas leyes, al veredicto de la experiencia. HULL conocía perfectamente las relaciones lógicas fundamentales involucradas en los procesos de verificación y falsación. Contando con la corrección de las demostraciones, si todos los postulados son verdaderos, entonces los teoremas también tienen que serlo, pudiendo ocurrir en cambio que de postulados falsos se sigan eventualmente teoremas verdaderos. Ahora bien, si mediante algún experimento bien controlado se comprueba que un determinado teorema es falso, entonces es seguro que por lo menos uno de los postulados ha de serlo también. Cuando se produce esta situación habrá que ensayar cambios oportunos en el conjunto de los postulados empleados para la deducción del teorema falsado hasta que todos los teoremas derivados resulten verdaderos. Naturalmente, si todos los teoremas derivados resultan corroborados por la experiencia aumenta la confianza en la verdad de los postulados, sin que nunca se pueda llegar a estar completamente seguros de ella. Para esa seguridad absoluta sería necesario realizar una demostración de hecho imposible: la demostración de la imposibilidad de deducir ningún teorema falso a partir del conjunto de postulados establecido. Al contrario, siempre queda la posibilidad de que en un momento dado un nuevo teorema derivado resulte ser falso. Así sabía HULL que su teoría quedaba siempre abierta para adaptarla en sucesivos tanteos a nuevos datos o nuevas ideas⁷⁹.

78. Cfr. HILL, W. F., *Teorías contemporáneas del aprendizaje*, Buenos Aires, 1966, 205 y ss., cuya exposición hemos tenido en cuenta.

79. Creo que podrían presentarse ejemplos similares en el campo de la investigación lingüística y en los de otros saberes muy alejados temáticamente de la física. El método parece ser siempre el mismo: invención de hipótesis, deducciones, contrastación con los hechos, remodelación o cambio de hipótesis, etc. Sin lugar a dudas es la fase de invención la más resistente al análisis. Tropezamos con los misterios del *ars inveniendi*.

En la sección primera de este estudio encaminado a clarificar el concepto de metodología de las ciencias nos habíamos ocupado de establecer el puesto de la Metodología respecto de la Lógica así como de deslindar, en el análisis *interno de la ciencia*, los campos propios de la Metodología, la Lógica y la Filosofía de la misma. En otro nivel situábamos aquellas otras disciplinas que como la psicología, sociología e historia de la ciencia cubrirían el estudio *externo* de ésta. Pero como anunciábamos allí mismo y hemos tenido ocasión de ir comprobando después en las sucesivas secciones, en la práctica todos estos saberes están estrictamente interrelacionados, y de hecho en muchas ocasiones los problemas que surgen en uno de esos campos remiten a uno o más de los otros, mientras que en otras ocasiones se presentan problemas que han de ser abordados desde varios frentes. Bastará con recordar, por ejemplo, la creciente importancia que, como hemos visto, están cobrando en la actualidad los análisis históricos para el esclarecimiento de algunos puntos fundamentales de la teoría de la ciencia.

