

EL PROBLEMA DE LA EVALUACIÓN DE LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS*

THE PROBLEM OF HOW TO EVALUATE SCIENTIFIC THEORIES

GERMÁN GUERRERO PINO
Universidad del Valle, Colombia. germangu@telesat.com.co

RECIBIDO EL 17 DE ABRIL Y APROBADO EL 30 DE MAYO DE 2008

El estudio del método científico no producirá una piedra filosofal que permita al metodólogo convertir en el oro de la verdad teórica la simple escoria de laboratorio. Pero no hemos de dejarnos desanimar por el pesimismo acerca de los frutos de los estudios metodológicos. Aun cuando no nos convierta en mejores científicos, nos proporciona una mejor comprensión de la empresa científica.
W. H. Newton-Smith, 1987.

RESUMEN ABSTRACT

La tesis que se quiere defender es que en el proceso de evaluación de las teorías hay muchos elementos involucrados y no todos ellos son de carácter lógico u observacional, algunos de ellos son pragmáticos en tanto involucran el *juicio individual* de los científicos de una comunidad científica determinada y dependen del estado de desarrollo de la teoría particular. Así, podemos decir que en dicho proceso interviene tanto una *racionalidad lógica* como una *pragmática*

In this paper, I intend to defend the thesis that, in the process of evaluating scientific theories, there are logical and observational elements, but these are not unique: there are pragmatic elements too. The individual judgment of the scientists of a particular community and the state of development of a theory are pragmatic elements in the evaluation process. So, we can say that in this process a logical and a pragmatic rationality are involved.

PALABRAS CLAVE KEY WORDS

Racionalidad, método, teoría, observación e inducción.

Rationality, method, theory, observation and induction.

* Este artículo hace parte de los resultados de la investigación Las teorías científicas y su evaluación, aprobada y financiada por la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Valle. Versiones anteriores de este trabajo aparecen en mi libro Introducción a la filosofía de la ciencia. Documentos de trabajo (primera y segunda edición, 2006/2007), y las principales tesis las he expuesto en conferencias ofrecidas en distintas universidades, teniendo así la oportunidad de intercambiar ideas y opiniones con algunos profesores que me han ayudado a mejorarlas y a precisarlas: Corporación Universitaria Minuto de Dios, Departamento de Filosofía, profesor John Larry Rojas; Universidad Autónoma de Occidente, Departamento de Ciencias Económicas, profesores Nasser Abdelgani y Harold Enrique Banguero; Universidad del Cauca, Departamento de Filosofía, profesores Leonardo Cárdenas Castañeda y Juan Carlos Aguirre García; el seminario permanente del grupo de investigación Episteme: Filosofía y Ciencia. Sea esta la oportunidad para agradecer a estos profesores y colegas.

1. INTRODUCCIÓN

La principal tesis que se quiere defender en la presente exposición es que en el proceso de evaluación de las teorías hay muchos elementos involucrados y no todos ellos son de carácter lógico u observacional (relacionados con la experiencia), algunos de ellos son pragmáticos, contextuales, en tanto involucran el *juicio individual* de los científicos de una comunidad científica determinada y dependen del estado de desarrollo de la teoría particular. En otras palabras, podemos decir que en dicho proceso interviene tanto una *racionalidad lógica* como una *práctica o pragmática*¹. La tesis tal y como se ha expresado rechaza dos ideas clásicas (una más que la otra) en la tradición filosófica sobre la ciencia: la creencia de que existe *un único método para llegar a un conocimiento cierto* y la convicción de que la racionalidad científica tiene un carácter *exclusivamente* formal, lógico. La negación de esta última tesis lleva a su vez a dejar sin piso argumentativo la idea venerable de la filosofía de la ciencia de la primera mitad del siglo XX, introducida por vez primera por Reichenbach (1938), de que la valoración epistemológica (justificación) de una teoría tiene un carácter exclusivamente lógico y, por tanto, no tiene nada que ver con el *contexto de descubrimiento* o, lo que es lo mismo, que la filosofía de la ciencia sólo debe ocuparse del *contexto de justificación* de las teorías científicas dejando de lado cualquier consideración sobre el *contexto de descubrimiento*.

2. EL MÉTODO HIPOTÉTICO-DEDUCTIVO DE ARISTÓTELES

Desde muy temprano se cayó en cuenta del doble movimiento que hay en el proceso del conocimiento: de la experiencia al conocimiento teórico y de éste a la observación. La primera vía, la ascendente, corresponde a la formulación de las hipótesis o de los principios de la teoría; y la segunda vía, la descendente, a la comprobación de la teoría a través de sus predicciones, que no son más que las deducciones hechas a partir de la teoría. La misma teoría de la ciencia de Aristóteles los contempla, aunque hizo una descripción bastante general de ellos en relación con los desarrollos posteriores del tema. Debemos a Aristóteles el identificar la vía ascendente con la inducción y la descendente con la deducción, pero con el añadido de que para él la deducción es lo característico de la explicación científica.

¹ Por decirlo con las palabras de Díez y Moulines [1997], p. 437. Véase también Bunge [1985], pp.14-25.

Para Aristóteles hay dos tipos de conocimiento, el conocimiento de un hecho y el conocimiento de la razón del hecho².

El primer tipo de conocimiento es una especie de conocimiento empírico directo e intuitivo por medio del cual aprehendemos lo universal implícito en lo particular y es el que normalmente se ha entendido como conocimiento inductivo o inducción intuitiva³. A través de la inducción intuitiva se obtienen los principios generales que están implícitos en los fenómenos particulares. De este modo se tiene un conocimiento profundo y real de un determinado hecho, lo cual sólo se puede cumplir a través del conocimiento de sus causas que los hacen ser lo que es y no otra cosa. Si bien en esta etapa del conocimiento se está en posesión de las causas o principios generales, para Aristóteles esto no es suficiente para decir que se tiene un conocimiento completo del hecho o de la naturaleza. El conocimiento científico debe dar cuenta además del hecho, debe explicarlo a partir de sus causas. El hecho queda explicado cuando es deducido, derivado formalmente, de los principios generales o causas. Así, la etapa inductiva debe ser complementada con una deductiva. El proceso inductivo parte del efecto a sus causas y el deductivo de estas al efecto. La explicación es un silogismo o argumento deductivo en sentido lógico estricto, en la que los enunciados generales o principios figuran como premisas y el hecho (el efecto) a explicar como conclusión. La racionalidad o explicación científica la proporciona este último tipo de conocimiento.

Esta forma particular de entender la explicación racional o científica encontró dos muy buenos aliados en la lógica y en la geometría. Se tomó el conocimiento geométrico como modelo del conocimiento de la naturaleza⁴. Por una parte, la geometría posee certeza absoluta y para Aristóteles los primeros principios formulados por la ciencia son verdades necesarias⁵; así como en la demostración geométrica (método geométrico) los axiomas son el punto de partida y se considera que son autoevidentes y, por tanto, indemostrables, de igual modo los principios o causas primeras que permiten explicar los fenómenos naturales son evidentes y no requieren ser demostrados. Por la otra, la lógica y la geometría permitieron equiparar la explicación con un razonamiento deductivo o una demostración formal: un hecho queda explicado cuando se deduce o demuestra a partir de las causas que lo determinan.

² Véase Aristóteles A2 I, 18 81b, 1-3; y A2 I, 2 71b, 18-24.

³ Véase Rivadulla [1991], p. 21 y Losee [1972], p. 17.

⁴ Véase Crombie [1959], p. 18.

⁵ Véase Losee [1972], p. 24.

El método inductivo-deductivo de Aristóteles se constituirá en un verdadero patrón de la forma como hay que entender el proceder científico, en el que se describen sus aspectos más sobresalientes. Este método será reintroducido y desarrollado de una forma más completa en la Edad Media por Roberto Grosseteste, bajo el procedimiento doble que él llamó “resolución y composición”, que equivale en su traducción latina a los métodos de “análisis y síntesis”. Este doble método representó la forma predominante de ver la ciencia, en sus aspectos más generales, hasta prácticamente finales del siglo XIX, de tal modo que las discrepancias y discusiones metodológicas que encontramos a lo largo de todo este periodo tienen que ver con cuestiones más puntuales y de detalle involucradas en éste esquema general y con la plausibilidad de la certeza del conocimiento científico, que no por ello dejan de ser importantes.

Bacon y Descartes, bajo una interpretación muy particular que hacen de la metodología aristotélica, tal y como esta fue asumida por la filosofía escolástica, critican que los planteamientos de Aristóteles llevan a considerar la demostración o el silogismo como el método de la ciencia; pero para ellos la lógica no puede ser el método (el instrumento, el medio, el *organon*) de la ciencia, puesto que el valor de un tal método debe radicar en permitir descubrir nuevo conocimiento y, precisamente, el defecto de la lógica es su incapacidad de **invención**. Un silogismo o argumento deductivo no puede ser *método de descubrimiento*, puesto que las premisas deben ya contener la conclusión. Efectivamente la conclusión de una deducción no aporta nueva información, pues la que tiene está implícita en las premisas. Los argumentos deductivos son explicativos, mediante ellos no se establece información material nueva y además la validez de las premisas garantiza plenamente la verdad de la conclusión.

¿Qué ha de, entonces, caracterizar al método? Esta inquietud se junta con la búsqueda de certeza en el conocimiento científico, una de las inquietudes enunciada arriba. Por tal motivo, el análisis del método por parte de Descartes y Bacon se concentrará en la primera vía, en cómo garantizar la verdad del conocimiento. En este sentido podemos decir que para ellos el método tiene que ver con **la forma como se llega al conocimiento**. Es importante tener en cuenta este punto, pues la metodología del siglo XX pondrá el énfasis más bien en **cómo se justifica el conocimiento** una vez adquirido, independientemente de cómo se haya logrado.

En términos generales, podemos decir que la perspectiva racionalista de Descartes consiste en que la razón dota de certeza a los principios generales, en tanto que en la perspectiva empirista (inductivista) de Bacon la certeza recae en la experiencia. Estas dos perspectivas entendieron el método científico en sentido literal, *como el camino a seguir para llegar a un conocimiento cierto* o, en otras palabras, como el conjunto de reglas o principios que permiten llegar a un conocimiento verdadero; por tanto, sería un modo privilegiado de conocer el mundo y tendría un carácter universal.

Más en concreto, para Descartes el modo adecuado para acceder al conocimiento del mundo no es a través de la experiencia directa, mediante lo que nos dicen los sentidos, sino por una reflexión personal profunda o introspección en la que se analiza cada una de nuestras creencias hasta *capturar* las verdades (los principios) evidentes (claras y distintas) que estructuran el mundo real, a través de la *intuición* o conocimiento inmediato⁶.

Por su parte, Francis Bacon, en una perspectiva más contemporánea de la ciencia, propone un método que *grosso modo* podemos entender del siguiente modo: por un lado, comparamos de manera exhaustiva distintos fenómenos para determinar cuáles propiedades comparten y cuáles no, teniendo el cuidado de organizar todos estos resultados en tablas; por otro lado, repetimos este tipo de procedimiento de manera sistemática y sucesiva para finalmente *sacar a la superficie*, llegar a, un enunciado general, a una especie de regularidad o ley, respecto al conjunto de fenómenos estudiados⁷. Ahora bien, aunque es cierto que Bacon enfatizó la etapa inductiva del método científico, también le crítico a Aristóteles la parte deductiva ya que esta es efectiva una vez se clarifiquen y precisen los conceptos involucrados en las premisas, en los principios generales de los cuales parten las explicaciones o silogismos, cuestión esta que Aristóteles no había hecho en forma satisfactoria⁸.

Los científicos de la época moderna hicieron dos aportes muy importantes a la reflexión sobre el método científico, dentro del patrón aristotélico heredado o, como solían llamarlo, los métodos de análisis y síntesis. El método tenía que involucrar tanto la experimentación como la matematización; de ahí que se hable del método matemático-

⁶ Véase la primera regla del *Discurso del Método* (1637).

⁷ Véase el prefacio del *Novum Organum* (1620).

⁸ Véase Losee [1972], p. 73.

experimental. En términos muy amplios, dado que no podemos hacer una presentación detallada de los mismos, en cuanto a lo primero se esperaba que los conceptos científicos fueran susceptibles de ser matematizados, al igual que las relaciones entre ellos, y de igual modo se buscaba que estas relaciones conceptuales y matemáticas se dejaran evidenciar en los experimentos diseñados para tales fines. Aunque los científicos modernos ya no parten del supuesto aristotélico de que los principios generales tienen el rango de verdades necesarias, sino que admiten la imposibilidad de demostrar su completa certeza. Estos adquieren el estatus de hipótesis postuladas, de conjeturas, que deben ser comprobadas contrastando sus implicaciones cuantitativas con las experiencias observables; aunque se sigue pensando que es altamente probable que el conocimiento científico (los principios o leyes de la ciencia) suficientemente confirmado sea verdadero. En realidad la falibilidad de la ciencia sólo se establecerá a finales del siglo XIX, comienzos del XX.

3. FILOSOFÍA CLÁSICA DE LA CIENCIA: EL MODO COMO SE JUSTIFICA EL CONOCIMIENTO

Cuando hablamos de *concepción clásica de la filosofía de la ciencia* nos referimos ante todo al empirismo lógico, la filosofía desarrollada por los miembros del Círculo de Viena, en especial por Carnap, y también a la filosofía de la ciencia de Popper. Para el presente caso que nos ocupa, el de la evaluación o validez de las teorías científicas, estas filosofías quedan mejor expresadas como *confirmacionismo* y *falsacionismo*, respectivamente.

El ideal anterior del método como el camino seguro para lograr la verdad se puso en cuestión y se dejó de lado por lo menos a comienzos del siglo XX y fueron dos las razones principales que se esgrimieron: la complejidad presente en la elaboración de una teoría científica y, desde el punto de vista epistemológico, lo importante es cómo se justifican las teorías y no cómo se descubren.

En cuanto a la primera crítica, se planteó que el origen de una teoría es complejo por la cantidad y diversidad de elementos que involucra. Intervienen factores que desde luego tienen que ver con el contenido y campo de investigación, pero también encontramos aspectos que sobrepasan estos factores: tipo de educación recibida por el científico,

literatura científica estudiada no perteneciente a su especialidad, cuestiones psicológicas muy personales, el tipo de colegas con que se relaciona y las condiciones sociales y políticas concretas en las que se desarrolla su investigación. En otros términos, en la investigación científica no es posible el método inductivo entendido como la aplicación mecánica de un conjunto de reglas que llevan de hechos observados a los correspondientes principios generales de una teoría. La investigación científica no es inductiva en este *sentido estrecho*, y tampoco podemos esperar que ese procedimiento se descubra algún día, porque las teorías científicas están normalmente formuladas en términos teóricos, en términos que no aparecen de ningún modo en la descripción de las observaciones, experiencias y datos empíricos, que son en las que se apoyan y a cuya explicación sirve. De modo que, en realidad, al conocimiento científico se llega inventando o postulando hipótesis o conjeturas a título de intentos de respuesta a un problema en estudio, y sometiéndolas luego a contrastación empírica; y se habla precisamente del carácter teórico de la ciencia porque en las hipótesis propuestas se introducen nuevos conceptos, conceptos teóricos, que no tienen una relación directa con la experiencia o con los hechos observados.

Pero la situación anterior no es para desesperar, puesto que en realidad fue demasiado pretencioso creer que el carácter científico de una teoría radicaba en la supuesta forma única para acceder a ella, siendo que en realidad éste consiste en la manera como se justifica; esto es, en la relación lógico formal que mantiene el conocimiento logrado (la teoría) con los datos que la experiencia nos proporciona. Así pues, es importante diferenciar entre el camino que conduce a una teoría (*contexto de descubrimiento*) del modo en que se evalúa, valora o justifica, una vez formulada (*contexto de justificación*). La distinción entre estos dos contextos y la importancia que tiene el último para la filosofía de la ciencia, la expresa muy bien Popper del modo siguiente:

La etapa inicial, el acto de concebir o inventar una teoría, no me parece que exija un análisis lógico ni sea susceptible de él. La cuestión acerca de cómo se le ocurre una idea nueva a una persona –ya sea un tema musical, un conflicto dramático o una teoría científica– puede ser de gran interés para la psicología empírica, pero carece de importancia para el análisis lógico del conocimiento científico. Este no se interesa por *cuestiones de hecho* (el *quid facti?* De Kant), sino únicamente por *cuestiones de justificación o validez* (el *quid juris?* Kantiano)... En consecuencia, distinguiré netamente

entre el proceso de concebir una idea nueva y los métodos y resultados de su examen lógico⁹.

Lo que es susceptible de un tratamiento lógico formal es el procedimiento para justificar un conocimiento o teoría; de ahí su interés filosófico. En este sentido, el título del libro de Popper, *La lógica de la investigación científica* (1934), es bastante adecuado para sus objetivos.

Carnap, a su manera, y quien mejor representa los intereses del empirismo lógico, también defiende esta dicotomía cuando dice: «estoy de acuerdo en que no puede haber una máquina inductiva, si el propósito de la máquina es inventar nuevas teorías. Creo, sin embargo, que puede haber una **máquina inductiva** con un objetivo mucho más modesto. Dadas ciertas observaciones *e* y una hipótesis *h* (por ejemplo, en forma de una predicción o hasta de un conjunto de leyes), creo que en muchos casos es posible determinar, por procedimientos mecánicos, la probabilidad lógica o grado de confirmación de *h* sobre la base de *e*»¹⁰; e igualmente aprueba que existe una relación lógico formal estrecha (un procedimiento mecánico) entre una teoría (una hipótesis *h*) y ciertos datos de la experiencia (las observaciones *e*). Para Carnap no hay inducción en el *sentido estrecho* mencionado arriba, pero sí la hay en un sentido más amplio, elaborado, en sentido lógico; así, la ciencia es inductiva en sentido amplio, tal y como veremos.

Por tanto, se pasó del ideal del *método como proceso de descubrimiento de la verdad* al del *método como proceso de justificación de la misma*: esto es, una vez obtenido un conocimiento, la cuestión que surge es cómo justificar que éste es verdadero o falso. Además, dicho procedimiento de justificación tiene que ver exclusivamente con la teoría elaborada y los datos de la experiencia, y es susceptible de expresarse de un modo riguroso en términos lógico formales. Pero llevar a cabo este procedimiento de justificación no es tan fácil como a primera vista parece ya que no es tan directo y simple el determinar la verdad o falsedad de una teoría particular, debido a su carácter teórico. Hablamos del carácter teórico del conocimiento científico o de las teorías porque precisamente sus principios o leyes no son directamente contrastables sino que más bien esto se hace de manera indirecta a través de sus implicaciones observacionales (sus predicciones) y el contraste de

⁹ Popper [1934/1959], p. 30. H. Reichenbach fue otro influyente filósofo de la ciencia que defendió esta dicotomía, véase su libro *Experience and Prediction* (1938) y Giere [1998], pp. 15-22.

¹⁰ Carnap [1966], p. 34. La negrilla es mía.

estas con la experiencia. Esto es, de acuerdo con esta perspectiva, los enunciados de observación no ofrecen mayores dificultades respecto a su verdad o falsedad, puesto que en principio estos son contrastables de un modo directo y además son estos los que permiten confirmar o justificar una hipótesis general o una teoría.

Veremos que si bien Carnap y Popper coinciden plenamente en todos los puntos presentados más arriba de un modo general, su principal discrepancia tiene que ver con la forma particular como entienden lo *lógico formal*: para Carnap tiene que ver con la *lógica inductiva* y para Popper con la *lógica deductiva*.

4. CONFIRMACIONISMO Y REFUTACIONISMO

En la cita de arriba de Carnap se observa no sólo que no defiende un inductivismo estrecho, sino que tiene claro que no podemos garantizar que una teoría sea (completamente) verdadera, no tenemos un argumento seguro para ello. El hecho que una teoría sea exitosa en todas sus distintas predicciones, por muy amplias y exactas que sean, no prueba en forma concluyente que la teoría sea verdadera, y esto porque la historia de la ciencia nos ha mostrado que incluso las teorías más firmemente aceptadas resultan siendo limitadas a la hora de explicar o dar cuenta de nuevos fenómenos y, por tanto, son reemplazadas por nuevas teorías.

Esta idea de la metodología científica encuentra un firme apoyo en la lógica (deductiva), en particular en la falacia de afirmación del consecuente. Por una parte, no es un argumento lógicamente correcto afirmar que todos los cisnes son blancos del hecho de que todos los cisnes vistos hasta el día de hoy sean blancos. Del mismo modo, el hecho de que las distintas contrastaciones de una teoría hayan sido exitosas hasta el momento, no garantiza que las futuras también lo serán. En segundo lugar, se comete la falacia de afirmación del consecuente si de la verdad de un condicional ($p \rightarrow q$) y su consecuente (q) se concluye la verdad del antecedente (p). Lo cierto es que en este caso el antecedente no se sigue necesariamente. El siguiente ejemplo muestra que este tipo de argumentos son incorrectos o que se comete una falacia: *Si llueve entonces me mojo, me estoy mojando, luego está lloviendo*. De igual forma, dada una predicción (P) de una teoría (T) [a lo que le corresponde el condicional *Si T entonces P*] y resulta exitosa la predicción (P), no se puede concluir de

manera necesaria la verdad de la teoría. Esto es, el siguiente argumento es incorrecto: *Si T entonces P y P, luego T.*

De ahí que la tesis defendida por Carnap sea que sólo podemos decir que una teoría o hipótesis es aproximadamente verdadera (o es altamente probable que sea verdadera) entre más contrastaciones exitosas y significativas tenga. En otras palabras, las contrastaciones exitosas de una teoría proporcionan un más o menos fuerte apoyo empírico o, si se quiere, una mayor o menor confirmación de la teoría. Y esto se corresponde con la forma usual de decir que las hipótesis son más o menos probables. Pero el caso es que estas ideas no se dejan expresar dentro de la lógica formal deductiva, aunque Carnap estaba convencido, como puede verse en la cita de arriba, de que era posible hacerlo en otro sistema formal, pero igual de riguroso que la lógica deductiva. Carnap se puso en la tarea de construir dicho sistema, al cual llamó lógica inductiva, en el que el concepto principal satisface todos los principios de la teoría de la probabilidad, por lo que Carnap lo denomina probabilidad lógica (o inductiva) o grado de confirmación (o confianza o credibilidad o aceptabilidad o apoyo) de la hipótesis en relación con la información dada.

La idea básica de esta lógica inductiva es muy sencilla. Así como en los argumentos deductivos la verdad de las premisas garantiza la verdad de la conclusión, en un argumento inductivo la verdad de las premisas confieren un grado de probabilidad mayor o menor a la conclusión. Se supone que la relación inductiva que conduce de la(s) premisa(s) a la conclusión es por completo lógica. En términos de la metodología científica, una predicción (P) exitosa de una teoría (T) proporciona cierto grado de confirmación a la teoría; o, en términos epistémicos más generales, la función de probabilidad $p(h/e)$ [léase: la probabilidad de h , dada la evidencia e] representa el grado de confirmación de la hipótesis h respecto a la evidencia e . Para Carnap la inferencia inductiva tiene un carácter eminentemente lógico, no intervienen aspectos empíricos ni epistémicos, por tanto la inferencia racional científica es por completo lógica, es algo totalmente objetivo, tal y como se entiende la inferencia deductiva.

La principal dificultad que enfrenta este sistema de lógica inductiva para efectos de representar la racionalidad científica consiste precisamente en que no es posible establecer con precisión, en términos numéricos, los grados de confirmación teniendo en cuenta que son muchos y muy

variados los aspectos a considerar en las distintas evidencias, así como la resultante fuerza del apoyo que cada una de ellas da a la hipótesis correspondiente¹¹. Aún más, en la propuesta carnapiana no está claro qué peso tendría, por ejemplo, la simplicidad de una teoría respecto a otras características como fecundidad, amplitud, unificación, etc.; y, del mismo modo, no cuantifica los distintos tipos de simplicidad que se pueden encontrar en la ciencia, por ejemplo.

Pasemos entonces a exponer lo esencial del refutacionismo popperiano. La filosofía de Popper es muy variada y rica, pero aquí sólo nos ocuparemos del falsacionismo, una tesis central de su metodología científica¹². Esta tesis es inversa al confirmacionismo de los empiristas lógicos, aunque ambas tesis coinciden en proponer que la racionalidad científica (la justificación de las teorías) tiene por completo un carácter lógico. En este sentido, el argumento de Popper es bastante simple. No hay duda de que el proceder científico debe ajustarse a una lógica, existe una lógica de la investigación científica, aunque esta no la apliquen todos los hombres de ciencia. Segundo paso, Popper no reconocerá la posibilidad de elaborar una lógica inductiva a la manera de Carnap, ni de ningún otro tipo. Para él el concepto de *lógica inductiva* es contradictorio, como el de *cuadrado redondo*; la lógica tiene que ser necesariamente deductiva. Por tanto, tercer paso, como la metodología confirmacionista se basa en tal lógica, la metodología científica no puede ser la de la confirmación sino una que cumpla los cánones de la lógica deductiva; y una tal metodología es la de la falsación o refutación.

La metodología (o lógica) de la refutación es completamente posible porque se basa en el *modus tollens* deductivo: de un condicional ($p \rightarrow q$) y la negación de su consecuente ($\sim q$), se sigue la negación del antecedente ($\sim p$); esto es, *si p entonces q, no q, por tanto no p*. Un ejemplo, *Si llueve entonces me mojo, No me estoy mojando, luego No está lloviendo*.

Vemos entonces que la propuesta popperiana se basa en la asimetría existente entre la confirmación y la refutación: de una predicción exitosa no podemos concluir la verdad de la teoría, pero una predicción fallida garantiza que es falsa. En definitiva, no se puede garantizar la verdad de una teoría ni su verdad probable, pero sí su falsedad a partir de contrastaciones fallidas.

¹¹ Véase Hempel [1966], p. 74.

¹² Para un estudio sistemático de la metodología popperiana, véase García [2006].

Como hemos visto, el confirmacionismo y el falsacionismo buscan destilar lo esencial del método científico en términos lógicos y justifican la confianza que los científicos tienen o deberían tener en él. En ambos casos, ser racional es comportarse de acuerdo a lo que dicta el método. La racionalidad científica queda limitada por argumentos lógicos firmes y por la observación cuidadosa, la experiencia. Además, las dos propuestas requieren, para ser coherentes, que haya una base empírica (observacional) suficientemente firme que permita la contrastación de las predicciones con miras a la confirmación o a la falsación de la teoría.

5. FILOSOFÍA DE LA CIENCIA HISTORICISTA: PRAGMÁTICA DE LA JUSTIFICACIÓN

Filósofos como Toulmin, Hanson, Feyerabend¹³, Kuhn y Lakatos promovieron, a comienzos de la década de los sesenta del siglo XX, un programa en filosofía de la ciencia en donde sus distintas tesis fueron apoyadas, entre otras cosas, en análisis históricos cuidadosos de teorías científicas particulares. Sus planteamientos tuvieron importantes repercusiones en la metodología científica (el principal campo de trabajo de los filósofos de la ciencia en su momento), pues rechazaban el confirmacionismo y el falsacionismo a partir de una crítica fuerte de sus presupuestos y examinando qué tanto se adecuaban a lo que históricamente se había dado en la ciencia. Estos filósofos de la ciencia con una perspectiva historicista, llegaron a concluir que estos dos modelos de la racionalidad científica eran extremadamente simples porque no alcanzaban a reflejar los aspectos centrales del modo como los científicos, o las comunidades científicas, justifican o valoran sus teorías¹⁴.

Puesto que estamos más interesados en clarificar las distintas ideas directamente relacionadas con la metodología científica más que en la presentación de los diversos programas filosóficos de los que hacen parte estas ideas, en lo que viene a continuación se ha elegido como estrategia expositiva seguir, en líneas generales, más de cerca los planteamientos

¹³ Véase, por ejemplo, Munévar [2006].

¹⁴ El tema del método científico tiene relación con el de la demarcación entre ciencia y metafísica, esto es, con qué es ciencia, pues si aclaramos lo primero, se tiene una respuesta a lo segundo. Para una presentación del tema en extenso, pero haciendo énfasis en lo segundo, véase Diéguez [2005], cap. 4.

de Kuhn que los de los otros filósofos¹⁵. Las tesis centrales sobre este tema las trata Kuhn por primera vez, y de manera sistemática, en su libro *La estructura de las revoluciones científicas* (1962).

Una primera crítica de Kuhn y otros estaba dirigida contra el falsacionismo de Popper, el cual calificaban de *falsacionismo ingenuo*, en el sentido de que una cosa es que el *modus tollens* sea un esquema deductivo válido y otra que sea “*el*” esquema que expresa adecuadamente el tipo de justificación involucrada en los casos de refutación de una teoría. Esto es, en términos generales, la lógica deductiva puede ser un sistema formal totalmente respetable y útil para hacer que nuestro discurso no sea contradictorio; y también podemos conjeturar que subyace una lógica a la justificación científica, tal y como hizo Carnap; pero esto no nos habilita para concluir que dicha lógica subyacente es la deductiva, tal y como hizo Popper. Veremos que, a la luz de la actividad científica, no es posible encuadrar la justificación científica dentro de los cánones de una lógica, deductiva o inductiva.

Precisamente, la tesis (negativa) de Kuhn es que la evaluación de las teorías es mucho más compleja que lo supuesto por los empiristas lógicos y Popper, y esto básicamente por las cuatro razones siguientes:

i) No hay una base empírica (observacional) suficientemente firme, la observación está cargada de teoría, está condicionada por el contexto teórico. La observación no es neutral y pura, tal y como piensan los empiristas lógicos, ni tampoco existe una base empírica (observacional) suficientemente firme como requiere el falsacionismo de Popper¹⁶.

ii) En la contrastación de una teoría no sólo está involucrada la teoría (H) en cuestión sino todo un conjunto de presupuestos teóricos o supuestos auxiliares (SA) adicionales, además de que se deben garantizar ciertas condiciones iniciales (CI). Por ejemplo, en el caso de las observaciones astronómicas de Galileo con el telescopio intervinieron supuestos relativos a la estructura del mundo, la óptica y al uso y características del telescopio. En la confirmación de la hipótesis (H) galileana que la Luna posee montañas, esto es, que las zonas claras de la Luna son las cimas de las montañas y las oscuras los valles, intervinieron *supuestos auxiliares* (SA) relativos a lo siguiente.

¹⁵ Algunas de las cuestiones aquí planteadas sobre Kuhn las he tratado de manera más sistemática en Guerrero [2003a].

¹⁶ Para esta tesis, véase especialmente Hanson [1958], cap. I; Kuhn [1962/1970], cap. X; y Feyerabend [1975], cap. 5.

- * La estructura del mundo: de modo que la Luna siendo de naturaleza distinta a la de la Tierra no podía estar constituida de los mismos elementos terrestres y por tanto no podía tener montañas;
- * La composición de la Tierra: la atmósfera terrestre afecta, modifica, las observaciones a través del telescopio, de modo que lo que vemos no se lo podemos atribuir directamente al objeto observado;
- * La teoría óptica: a Galileo se le objetaba, por ejemplo, que aunque era todo un experto en la construcción de lentes no poseía una teoría óptica suficientemente bien elaborada para explicar el funcionamiento del telescopio, lo cual daba poca credibilidad a sus experimentos con el mismo.
- * El uso del telescopio: hay que ser un experto para observar a través del mismo.

De tal manera que, lo cual es el cambio importante respecto a la explicación empirista lógica y popperiana, ante una contrastación negativa, una refutación, no podemos declarar automáticamente que la hipótesis es falsa, puesto que dado que la predicción no sólo es implicada por la hipótesis sino también por los distintos supuestos adicionales y por las condiciones iniciales, podemos declarar falso a cualquiera de los supuestos auxiliares o concluir que no se dieron las condiciones iniciales requeridas.

iii) La noción de teoría es mucho más compleja que lo que supusieron los positivistas lógicos y Popper. En algunas interpretaciones de la filosofía kuhniana se equipara su noción de paradigma con la de teoría científica, o por lo menos con los intentos por parte de Kuhn de mostrar que la noción de teoría dominante era demasiado estrecha, en tanto que la de paradigma buscaba introducir nuevos elementos determinantes¹⁷. *Paradigma* es una categoría clave en la filosofía de Kuhn, y aquí sólo podemos mostrar de manera sintética la forma en que se integra a la crítica en cuestión. En el estado presente de la reflexión filosófica, podemos decir que Kuhn, por una parte, tenía razón en cuanto a que la noción de teoría dominante era demasiado simple, pero, por la otra, fue demasiado lejos en su propuesta de cómo entender una teoría. Efectivamente la noción de teoría como un conjunto de enunciados y sus implicaciones lógicas es demasiado estrecha respecto a la forma como los científicos utilizan este término, tal y como han mostrado los partidarios del enfoque semántico de las teorías¹⁸. Pero al mismo tiempo Kuhn

¹⁷ Véase, por ejemplo, Díez [2003] y Guerrero [2003b].

¹⁸ Para este tema he escrito en Guerrero [2007].

utilizó su noción de paradigma en forma ambigua y cuando la precisó a través de la noción de matriz disciplinar la exageró mucho en relación con la forma como los científicos usan esta palabra. Definitivamente los científicos no incluyen en las teorías valores metodológicos, aunque los otros tres elementos de la matriz disciplinar de Kuhn sí están presente en mayor o menor medida: las generalizaciones simbólicas y las aplicaciones paradigmáticas son fundamentales, tal y como lo han justificado los estructuralistas, y los compromisos ontológicos o heurísticos son más bien secundarios en lo que tiene que ver con la naturaleza y estructura de las teorías.

iv) Las teorías pasan por distintos estadios en su desarrollo. Este es un principio clave en la filosofía de Kuhn y además lo que plantea es bastante elemental, simple, pero con grandes implicaciones en el problema de la justificación de las teorías y, en general, en la filosofía de la ciencia¹⁹. Considero que esta idea y la segunda son las más fundamentales en la crítica a la perspectiva logicista de la justificación que se está exponiendo, en tanto que las otras dos críticas hay que tenerlas en cuenta sólo bajo una interpretación débil o no radical de las mismas. Lo que plantea este principio es que las teorías no se presentan completamente acabadas sino que se desarrollan y pasan por diversos estadios, evolucionan en el tiempo: nacen (se proponen y aceptan), crecen (se desarrollan y amplían) y mueren (se dejan de usar). En otras palabras, el desarrollo de una teoría científica tiene distintos periodos (etapas o fases): ciencia normal, ciencia extraordinaria (crisis y revolución) y nueva etapa de ciencia normal. En particular, cuando una teoría se presenta y acepta, por primera vez, requiere de tiempo adicional para su ajuste, desarrollo y ampliación; y precisamente los periodos de ciencia normal están dominados por este tipo de actividades, en términos de Kuhn, por la actividad de *resolución de enigmas o rompecabezas*.

¿Cómo interviene este hecho en la justificación de una teoría? Pues sencillamente lo que se plantea es que un científico particular (pero lo mismo puede decirse de la comunidad científica en su totalidad) asume de manera muy distinta la justificación de la teoría dependiendo del estado de desarrollo de la misma: de una manera cuando la teoría está recién formulada, de otra cuando la teoría ya está madura, y de otra muy distinta cuando entra en crisis. Así que en este sentido podemos decir que hay que tener en cuenta el contexto de descubrimiento en la evaluación de una teoría científica.

¹⁹ Véase Díez [2003].

En síntesis, la tesis de Kuhn sobre la evaluación de teorías científicas tiene dos partes, una negativa y otra positiva²⁰.

Negativa: “la cuestión de la elección de paradigma no puede resolverse nunca de manera inequívoca sólo mediante la lógica y la experimentación”²¹. Así, como plantea Díez, no es una cuestión de todo o nada sino una cuestión de grado²².

Positiva: tiene dos partes. Una, la puesta a prueba de una teoría no consiste simplemente en su comparación con la naturaleza, sino que es un largo y arduo proceso que queda mejor descrito como el proceso de competencia entre dos teorías rivales y su relación con la realidad, para obtener la aceptación de la comunidad científica²³. La valoración de una teoría ya no sólo tiene que ver con la relación lógica entre datos de la experiencia y teoría, sino que también incluye una evaluación comparativa entre la teoría aceptada y las teorías alternativas en competencia. Este punto se basa en el hecho de que la lógica puede aconsejar no trabajar en una teoría falsa, pero el sentido común y práctico de los científicos dice que ante la situación de no tener ninguna otra teoría como alternativa hay que continuar con la supuestamente falsa, pues de lo contrario la salida (inaceptable) sería dejar de practicar la ciencia hasta no contar con la nueva teoría.

La segunda parte plantea que, en términos amplios, una teoría no se pone a prueba durante los periodos de *ciencia normal*, sino que más bien lo que está a prueba son las capacidades del investigador para resolver enigmas o problemas. Además, cuando la teoría dominante está pasando por un *periodo de crisis*, hay un buen número de problemas recalcitrantes (anomalías) que ocupa la atención de los científicos, y estos están más dispuestos a cambiar de teoría. Durante los periodos de crisis hay un grupo reducido de científicos jóvenes o novatos trabajando en la configuración de una nueva teoría. Por tanto, no es posible establecer la diferencia entre contexto de descubrimiento y contexto de justificación: “no hay manera de separar los orígenes de la validación”²⁴. El contexto de justificación no puede aislarse de consideraciones históricas, depende del estado de desarrollo de la teoría y de qué tan dispuestos estén los

²⁰ Esta tesis se desarrolla especialmente en Kuhn [1962/1970], cap. XII.

²¹ *Ibid.*, p. 94.

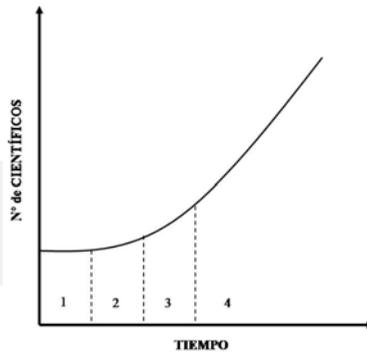
²² Véase Díez [2003].

²³ Véase Kuhn [1962/1970], p. 145.

²⁴ Giere [1998].

científicos a trabajar en una teoría nueva. Podemos plantear que en la elección de teoría interviene cierto *aspecto psicológico* de los científicos, pues en un mismo momento histórico encontramos que hay científicos que tienen un *temperamento revolucionario*, están dispuestos a arriesgar tiempo, reputación y muchas otras cosas, al trabajar en una teoría incipiente en vez de hacerlo en la teoría dominante; mientras que otros tienen un *temperamento conservador* y ven grandes ventajas (teóricas y prácticas) en continuar impulsando la teoría dominante.

Kuhn plantea que éste proceso de aceptación de una teoría puede caracterizarse del siguiente modo: "lo que ocurre, más que la conversión de un solo grupo, es un cambio cada vez mayor en la distribución de la fidelidad profesional"²⁵. La fidelidad la podemos pensar como la confianza o compromiso con la teoría y esta distribución de la fidelidad profesional la podemos describir en cuatro etapas, tal y como aparecen en la gráfica de abajo.



- 1) Al comienzo un nuevo candidato a teoría sólo tiene unos *pocos partidarios*.
- 2) Estos pocos partidarios al desarrollar la propuesta de teoría aumentan el número y la fuerza de los *argumentos de persuasión* a favor de ésta.
- 3) Se multiplica el número de experimentos, instrumentos, artículos y libros basados en la teoría nueva.
- 4) Dominio de la nueva teoría. Se entra en una nueva etapa de ciencia normal. Sólo unos pocos científicos continúan oponiéndose a la nueva teoría.

²⁵ *Ibid.*, p. 158.

En síntesis, la decisión de trabajar en la teoría dominante o en una teoría alternativa no es una cuestión de todo o nada, de sólo lógica, también hay que tener en cuenta cuestiones pragmáticas (contextuales), como la pérdida de confianza en la teoría. Por tanto, la única alternativa frente a un caso de refutación no es rechazar la teoría, en principio hay por lo menos cuatro:

- 1) hacer caso omiso de la misma y seguir trabajando en la teoría hasta que las cosas se compliquen más;
- 2) revisar los datos, las hipótesis implícitas presupuestas por ellos;
- 3) hacer pequeños reajustes internos a la teoría sin modificar el núcleo de la misma;
- 4) “hacer la revolución”, rechazar completamente la teoría si esta se complica demasiado²⁶.

Finalmente, ¿en qué queda entonces la distinción entre los contextos de descubrimiento y de justificación? La distinción se diluye hasta desaparecer. El supuesto contexto de justificación no puede aislarse de consideraciones históricas ya que, en general, podemos decir que la tendencia de los científicos a seguir practicando la teoría vigente, en vez de la nueva, es más dominante recién aparezca la nueva o, a la inversa, la tendencia de un mayor número de científicos a trabajar en la consolidación y reputación de la nueva teoría se hace más fuerte a medida que ésta muestra mayores logros experimentales y teóricos²⁷. Por tanto, y como síntesis, podríamos decir que la concepción misma de lo que es justificar una teoría ha cambiado: ya no sólo es una relación lógico formal entre datos y teoría, pues también incluye aspectos contextuales como los supuestos teóricos adicionales a la teoría misma que se está examinando, el estado de desarrollo de la teoría dominante y el de las teorías alternativas, la evaluación comparativa de la teoría aceptada en relación con las teorías alternativas en competencia, el temperamento psicológico del científico que queda enmarcando dentro de los extremos *carácter revolucionario/carácter conservador*, etc. Por último, y con muy pocas palabras, puesto que la justificación de una teoría es el resultado de sopesar cuestiones de orden lógico (racionalidad lógica) con cuestiones de orden práctico (racionalidad práctica), considero una exageración afirmar que “no hay método científico”.

²⁶ Véase Díez y Moulines [1997], p. 437.

²⁷ Véase Giere [1998], p. 20 y van Fraassen [1980], p. 246.

REFERENCIAS

- ARISTÓTELES: (A2) *Analíticos segundos*, Tratados de Lógica, Editorial Gredos, Madrid, 1995.
- BACON, F. (1620): *Novum Organum*, Editorial Porrúa, México, 1980.
- BUNGE, M. (1985): *Racionalidad y realismo*, Alianza Editorial, Madrid.
- CARNAP, R. (1966): *An Introduction to the Philosophy of Science*, Dover Publications, New York, 1995.
- CROMBIE, A.C. (1959): *Historia de la ciencia: de San Agustín a Galileo/2*, Alianza Editorial, Madrid, 1980.
- DESCARTES, (1937): *Discurso del método, Dióptrica, Meteoros y Geometría*, Ediciones Alfagura, Madrid, 1981.
- DIÉGUEZ, A. (2005): *Filosofía de la ciencia*, Editorial Biblioteca Nueva, Madrid.
- DÍEZ, J. A. (2003): "La falsación y la estructura de las teorías", XIV Foro Nacional de Filosofía, Noviembre 5-8, Departamento de Filosofía, Universidad del Valle, Cali, Publicación en cd-rom.
- DÍEZ, J. A. y Moulines, C. U. (1997): *Fundamentos de filosofía de la ciencia*, Ariel, Barcelona.
- FEYERABEND, P.K. (1975): *Tratado contra el método*, Tecnos, Madrid, 1986.
- GARCÍA, C.E. (2006): *Popper's Theory of Science. An apologia*, Continuum, London.
- GIERE, R. (1998): "Examinando la ciencia", en Martínez-Freire (ed.) (1998).
- GUERRERO, G. (2003a): *Estudios Kuhnianos*, Unidad de Artes Gráficas, Facultad de Humanidades, Universidad del Valle, Cali.
- _____ (2003b): "Proximidad entre las nociones de teoría de Kuhn y de la concepción estructuralista. Comentarios a *La falsación y la estructura de las teorías* de José A. Díez Calzada", XIV Foro Nacional de Filosofía, Noviembre 5-8 de 2003, Departamento de Filosofía, Universidad del Valle, Cali. Publicación en cd-rom.
- _____ (2006/2007): *Introducción a la filosofía de la ciencia. Documentos de trabajo*. Departamento de Filosofía, Unidad de Artes Gráficas, Facultad de Humanidades, Universidad del Valle, Cali.
- _____ (2007): "van Fraassen y la concepción estructuralista de las teorías", *Praxis Filosófica*, Nueva serie, No. 25, Julio-Diciembre 2007, Departamento de Filosofía, Universidad del Valle, pp. 21-38.
- HANSON, N.R. (1958): *Observación y explicación: guía de la filosofía de la ciencia*, Alianza, Madrid, 1977.
- HEMPEL, C. G. (1966): *Filosofía de la Ciencia Natural*, Alianza, Madrid, 1999.

- KUHN, T. S. (1962/1970): *The Structure of Scientific Revolutions*, The University of Chicago Press, Chicago.
- LOSEE, J. (1972): *Introducción histórica a la filosofía de la ciencia*, Alianza Editorial, Madrid, 1985.
- MUNÉVAR, G.(2006): *Variaciones sobre temas de Feyerabend*, Programa Editorial Universidad del Valle, Cali.
- NEWTON- SMITH, W. H. (1981): *La racionalidad de la ciencia*. Paidós, Barcelona, 1987.
- POPPER (1934/1959): *The Logic of Scientific Discovery*, Hutchinson & Co Ltd, London, 1972.
- REICHENBACH, H. (1938): *Experience and prediction*, University of Chicago Press, Chicago.
- RIVADULLA, A. (1991): *Probabilidad e inferencia científica*, Anthropos, Barcelona.
- VAN FRAASSEN, B. C. (1980): *The Scientific Image*, Clarendon Press, Oxford.