



Investigación Educativa
Vol. 16 N° 30 123 - 136
Julio-Diciembre 2012
ISBN N° 1728-5852

ALGUNAS REFLEXIONES ACERCA DE LA EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS FÁCTICAS NATURALES ¹

SOME REFLECTIONS ON THE EPISTEMOLOGY OF THE NATURAL FACTUAL SCIENCES

*Rubén Mesía Maraví*²

RESUMEN

Este artículo se inicia exponiendo las características distintivas de las ciencias. Continúa definiendo a las ciencias fácticas, para posteriormente tratar sobre las características de las ciencias naturales. En una segunda parte, se aborda con cierto detalle los métodos de las ciencias naturales: el método inductivo y el método hipotético-deductivo, siendo este último el método de explicación e investigación más utilizado por la ciencia en la actualidad. Finalmente, en el artículo se analiza el falsacionismo como criterio de demarcación científica.

Palabras clave

Ciencias fácticas naturales, epistemología.

ABSTRACT

This article begins by exposing the distinctive characteristics of the sciences. Continues to define the factual sciences, later to discuss the characteristics of the natural sciences. In a second part, discusses in some detail the methods of the natural sciences: the inductive and hypothetical-deductive method, the latter being the method most used explanation and research in science today. Finally, the article analyzes the falsificationism as criterion of demarcation scientific.

Keywords

Natural factual sciences, epistemology.

¹ Artículo presentado el 25/09/12 y aceptado el 30/11/12.

² Profesor principal de la Facultad de Educación, UNMSM. Director del Instituto de Investigaciones Educativas.

CARACTERÍSTICAS DISTINTIVAS DE LA CIENCIA

La ciencia busca la organización sistemática del conocimiento acerca del mundo. Se interesa por formular leyes generales y teorías que manifiesten patrones de relaciones entre muy distintas clases de fenómenos. Ella se desarrolla descubriendo nuevas relaciones e integrando afirmaciones, leyes y teorías que anteriormente parecían no estar relacionadas. Procura observar el *por qué* los sucesos observados que, de hecho, ocurren. Dos características distinguen a la ciencia: la búsqueda de la organización sistemática del conocimiento y el propósito de explicar el por qué los sucesos son como se observan. Hay una tercera característica que distingue a la ciencia empírica de las otras: las explicaciones deben ser formuladas de tal manera que puedan ser sometidas a pruebas empíricas, lo cual debe incluir la posibilidad de *refutación empírica*. La refutabilidad es el criterio de demarcación que diferencia a la ciencia de las demás formas de conocimiento.

Suele definirse la ciencia como “el conocimiento acerca del universo formulado en forma de principios explicativos sostenidos por la observación empírica y sujetos a la posibilidad de refutación empírica”. Otra definición indica que es “una exploración del universo material que busca relaciones naturales y ordenadas entre los fenómenos observados y que es autocrítica”. Hay varias otras, pero buscar la definición perfecta es un esfuerzo vano porque es una empresa tan compleja que no puede ser captada adecuadamente en una sola enunciación. Lo importante es identificar los rasgos que distinguen al conocimiento científico.

En general, lo que la ciencia pretende es diseñar una ruta, un camino, una forma de investigación para llegar a conocimientos que no dependan de los sujetos sino que sean objetivos, que reflejen la realidad, lo que hay o lo que sucede. Se trata de buscar un método que conduzca con seguridad a alcanzar el conocimiento verdadero. Esto es tan importante que se puede afirmar que donde no hay método no hay ciencia. Sin embargo, cada tipo de ciencia, de acuerdo con su estructura, entiende la verdad de forma distinta. Entonces, debe estudiarse de manera diferente, por ejemplo, a los objetos observables de los que no lo son. Surgen así, entonces, dos formas de entender la aplicabilidad de la ciencia, lo que dará lugar a la existencia de dos tipos de ciencias: las ciencias empíricas o factuales y las ciencias formales.

LAS CIENCIAS FÁCTICAS

Las ciencias fácticas o factuales son aquellas que se ocupan de los procesos y de los hechos y sus relaciones. Sus proposiciones, al referirse a la realidad empírica, son *a posteriori* porque dependen de lo que diga la experiencia. Se subdividen en ciencias naturales y ciencias sociales. Estas últimas se ocupan del estudio de las formas que adopta la particularidad del hombre de conformar sociedades con multifacéticos vínculos. De los hechos que ocurren en el universo se ocupan las ciencias naturales.

Las ciencias factuales tienen por objeto de estudio aspectos o partes de una entidad (enser) pluriforme y concreta, que incluye diferentes tipos de hechos (factum): objetos cósmicos, acontecimientos, procesos, instituciones. Por eso sus enunciados informan directamente sobre la realidad empírica. La entidad formal extensa distingue dos universos: el natural y el social, distinción que establece la división en ciencias naturales y ciencias humanas. Sus proposiciones se comprueban por procedimientos de verificación o contrastación. Toda verificación es siempre probabilística y no definitiva, lo que significa que la verdad de sus proposiciones es aproximativa y no absolutamente concluyente.

También se habla de la ciencia empírica y el empirismo. El empirismo, con raíces en la revolución científica de los siglos XVI y XVII, fue reafirmado por el positivismo lógico del siglo XX. Parte de la idea de que el conocimiento se basa en la experiencia, es decir, en los hechos y en los datos que pueden ser observados. A partir de la observación se inducen o infieren leyes, principios y generalizaciones para el establecimiento de teorías que permitan predecir comportamientos y verificar nuevos datos.

El empirismo es el fundamento del llamado método científico, que en determinados ámbitos sigue siendo predominante, aun en la actualidad, a pesar de haber sido puesto en tela de juicio desde diversos puntos de vista. Así, la observación, como origen de la actividad científica, es el fundamento de la mayoría de los libros de texto y de la organización del trabajo de los estudiantes de ciencias naturales. Las críticas más sólidas son hacia la observación de los hechos: un mismo fenómeno puede tener interpretaciones muy diferentes según el bagaje cultural y científico de cada observador.

En biología, en particular, es palpable que en muchos casos existe una clara distinción entre la realidad y la percepción que los sentidos hacen de ella, lo que pone en entredicho que el científico pueda estudiar la naturaleza de forma objetiva y sin prejuicios. Por otra parte, se cuestiona también al propio método científico, pues como método de trabajo no puede servir para definir la ciencia ni se puede utilizar de forma universal en todas las disciplinas y tipos de investigación.

CARACTERÍSTICAS DE LAS CIENCIAS NATURALES

Es importante caracterizar a las ciencias naturales, llamadas también ciencias experimentales, porque ellas tienen una particular fiabilidad, por lo que suele tomárseles como punto de referencia para valorar a las demás ciencias, aunque esta comparación es en ocasiones fuente de equívocos. Recordemos también que las ciencias naturales, la filosofía y la teología han sido cultivadas desde la antigüedad griega y desde entonces han coexistido. Pero el éxito creciente de la ciencia experimental moderna desde el siglo XVII ha creado una nueva situación: el término “ciencia” se ha aplicado cada vez de modo más exclusivo a la ciencia experimental. Las ciencias humanas han intentado desarrollarse siguiendo en lo posible el método de las ciencias experimentales, pero esto ha tenido importantes repercusiones filosóficas.

El objeto propio de las ciencias naturales es, obviamente, la naturaleza, pero podemos referirnos a ellas también como ciencias experimentales porque de ese modo se pone de relieve su característica principal: el que para comprobar la validez de sus hipótesis recurren al empleo de la experimentación de manera sistemática. Por eso es que al hablar de ellas suele decirse que emplean el método experimental. Pero se debe puntualizar también que siempre la experimentación se apoya en teorías, a las que se necesita para planificar los experimentos, para diseñar y construir los aparatos y para interpretar los resultados.

A veces se les denomina también ciencias positivas, pero es mejor evitar tal denominación porque conduce a una imagen falsa de estas ciencias. Es que la ciencia positiva, tal como era concebida por el positivismo, no puede existir, porque según éste la ciencia debería limitarse a establecer relaciones entre datos observables. Pero esto es imposible de cumplir porque no existen “datos” puros, independientes de toda teoría. La ciencia

experimental existe y progresa gracias al empleo creativo de construcciones e interpretaciones que van mucho más allá de lo “dado” en la experiencia.

Otro aspecto peculiar de las ciencias naturales está en relación con su nomenclatura. El término ciencias naturales, que se refiere a un aspecto específico del estudio de la realidad, no parece ser suficiente para explicitar las características y naturaleza de estas ciencias. Es por ello que se han acuñado diversos nombres para referirse a ellas. Se les nombra, así, como ciencias factuales, ciencias empíricas, ciencias experimentales, ciencias positivas, etc., refiriéndose a su objeto de estudio, sus métodos de trabajo, a sus propósitos, o bien, relacionándolas con alguna vertiente filosófica o epistémica.

Es importante también diferenciarlas de las ciencias humanas, que son el otro tipo de ciencias fácticas. Varias son las diferencias y son notorias. La principal se refiere al objeto de estudio: las ciencias experimentales estudian a la naturaleza y por eso se suelen denominar ciencias naturales, mientras que las ciencias humanas estudian al hombre en tanto ser humano. Pero sucede que el hombre siendo un ser natural trasciende la naturaleza por sus dimensiones espirituales. Entonces se advierte que en sus dimensiones naturales el ser humano es también objeto de las ciencias naturales, de la física y la química si consideramos su masa, su composición química y las demás propiedades del nivel físico-químico, y es objeto de la biología si se considera sus estructuras y funciones que pertenecen al nivel biológico. En cambio las ciencias humanas se ocupan de problemas en que intervienen las dimensiones espirituales, porque se encuentran implicadas acciones sociales teleológicas, dirigidas hacia fines.

En su conjunto, las ciencias naturales se caracterizan por la combinación de dos objetivos que forman como uno solo con un doble aspecto: el conocimiento de la naturaleza y su dominio controlado. Se trata de una combinación peculiar que sólo fue desarrollada sistemáticamente a partir del siglo XVII, aunque la combinación de esos dos objetivos en uno ha sido fuente de equívocos acerca del valor de la ciencia experimental. Más claramente, ésta es su peculiaridad: combinar en un mismo objetivo dos objetivos diferentes aunque relacionados, es decir, un objetivo teórico de conocimiento de la naturaleza, con otro objetivo práctico de dominio controlado de la naturaleza, basado en el conocimiento teórico.

Las ciencias naturales son ciencias de hechos, son experimentales y sus enunciados se refieren a la realidad empírica y se corroboran por observación y experimentación. Ellas intentan explicar los fenómenos en lo que éstos tienen de regular y constante. Para eso formulan hipótesis explicativas, las que, en caso de ser confirmadas, constituyen leyes. Una suposición es una hipótesis, generalmente universal porque establece relaciones que regulan a todos los hechos de un mismo tipo. En cambio, los hechos de la realidad se enuncian en proposiciones singulares obtenidas por la observación.

La hipótesis explica hechos, proporciona una clave para su comprensión, enuncia la relación que regula los sucesos de una misma clase. Desde un punto de vista epistemológico una hipótesis explica los hechos en tanto que a partir de ella se puedan deducir datos. Formulada la hipótesis, por razonamiento deductivo se infieren consecuencias. Las inferencias deductivas pueden referirse a hechos futuros, son las predicciones que establecen lo que va a ocurrir en un tiempo más o menos lejano. Incluso se pueden obtener inferencias sobre hechos del pasado, para explicarlos por medio de las hipótesis, es la retrodicción. Es decir, las hipótesis científicas explican, predicen y retrodicen hechos por medio de inferencias deductivas.

Pero no cualquier suposición constituye una hipótesis científica, porque para serlo debe cumplir con ciertos requisitos: a) Debe referirse sólo a los hechos que se pretende explicar, b) Debe poder ser sometida a contrastación empírica, c) Debe tener poder explicativo, dependiendo de la cantidad de consecuencias observacionales que se derivan de ella, d) No debe entrar en contradicción con hipótesis previas bien confirmadas, y e) Debe ser simple.

MÉTODOS DE LAS CIENCIAS NATURALES

El método Inductivo

El método inductivo o inductivista se postula como “el” método de las ciencias fácticas, aseverando que, en general, la ciencia es inductiva. Esta noción se remonta a Bacon en el siglo XVII, quien tuvo papel importante en los inicios de la ciencia moderna por su crítica a las especulaciones metafísicas, y a Mill en el siglo XIX. Así, la inducción fue propuesta por Bacon y por Mill como un método para lograr la *objetividad* y obtener conocimiento *empírico* en vez de abstracto o metafísico. Es la época de la revolución científica, en la que para evitar nuevos y graves errores, la preocupación por el método o camino que debe seguir la indagación de la naturaleza adquiere gran relevancia.

La revisión de las fuentes de conocimiento generó desde la filosofía dos grandes líneas de respuesta: la *racionalista*, inaugurada por Descartes y la *empirista*, iniciada por Bacon y Hobbes, dos grandes líneas que caracterizan todo el pensamiento moderno. La línea racionalista sostiene que la razón es la fuente de todo conocimiento confiable y critica la confianza en los sentidos como instrumento y guía para llegar al conocimiento. La línea empirista, por su parte, irá a desembocar en el positivismo y neopositivismo y tiene entre sus personajes más ilustres a Locke y Hume.

Es ésta una época de reconstrucción de saberes y Bacon arremete contra las “fuentes de error” o *idola* o falsa imagen. Explicita así las *idola tribus* (propia de la especie humana, que deforma las imágenes y tiende a poner uniformidades y orden donde no lo hay), *idola specus* (deformaciones o errores propios de la naturaleza psíquica de los individuos y su experiencia particular), *idola fori* (del mercado, símbolo de las relaciones sociales, es el carácter convencional de las palabras, creencia en cosas ficticias creadas por el lenguaje), *idola theatri* (sugestiones de las mentes por los sistemas filosóficos en el escenario de la historia). Con la eliminación de los *idola* el método propuesto indica una exhaustiva recolección de datos y su ordenación en tres tablas (de presencia, de ausencia y de grado): la causa del fenómeno en estudio será una propiedad o naturaleza siempre presente en la primera tabla, siempre ausente en la segunda y con variaciones correlativas en la tercera.

Pero este método no logra explicar el proceso real de la ciencia, porque ningún científico trabaja sin un proyecto preconcebido de acuerdo con el tipo de fenómenos a observar y escogen objetos o sucesos que en su opinión es probable que les proporcionen las respuestas a sus preguntas. La inducción no llega a verdades universales, sin importar cuantas afirmaciones singulares puedan ser acumuladas, porque ninguna afirmación universal puede ser derivada lógicamente de tal acumulación de observaciones. Además, el paso de numerosas afirmaciones singulares a una afirmación universal implica una amplificación lógica. Es que la afirmación universal tiene mayor contenido lógico, es decir, dice más que la suma de todas las afirmaciones singulares.

Existe otra seria dificultad para el inductivismo y es que las hipótesis y teorías científicas son formuladas en términos abstractos, que no ocurren en la descripción de los sucesos empíricos, no son simples generalizaciones sino creaciones de la mente, sugerencias imaginativas de lo que podría ser cierto. De esta manera, la inducción yerra en tres aspectos: no es un método que asegure la objetividad y que evite preconcepciones, no es un método para alcanzar la verdad universal y no es una buena descripción del proceso por el que los científicos formulan sus hipótesis y otras formas de conocimiento científico.

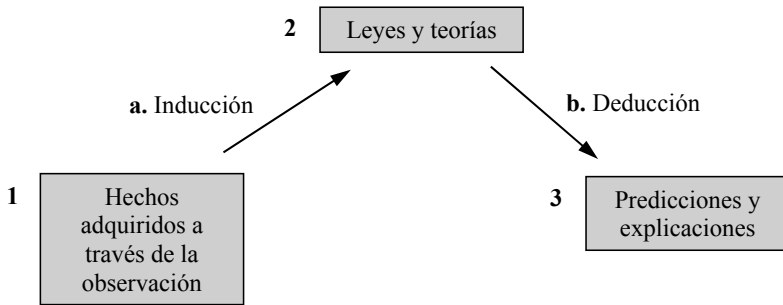
Ya desde un punto de vista más explicativo se puede decir que la inferencia inductiva parte de enunciados singulares y llega a una conclusión con un nivel de generalidad mayor, siendo un razonamiento que permite pasar de lo particular lo general. En el proceso se observa que:

- a) La conclusión no se deriva de las premisas, como en el caso del razonamiento deductivo, donde la conclusión sí sigue necesariamente a las premisas;
- b) Se efectúa un “salto inductivo”, o sea el “salto lógico” (no permitido) que va del o los pocos casos observados a “todos” los casos. Sólo si se pudiera observar *todos* los casos en un universo determinado, el problema no se presentaría y sería una “inducción completa”, que en los hechos es una deducción;
- c) El salto inductivo no es legítimo desde un punto de vista lógico, porque puede suceder que se pase de premisas verdaderas a conclusión falsa, cosa no permitida en la lógica porque en un razonamiento correcto *no* puede nunca suceder eso. Entonces este tipo de razonamiento es inválido pues no garantiza la conservación de la verdad en el pasaje de premisas a conclusión, como sí lo hace cualquier razonamiento válido.

Por otro lado, no debe confundirse razonamiento inductivo, que es una estructura lógica (formal, aunque inválida), con método inductivista, que es una metodología científica que funciona en principio aunque no solamente con una estructura inferencial del tipo inductiva. En cuanto a los procesos lógicos del pensamiento, el proceso inductivo sería:

- 1) Observar y registrar todos los hechos, sin seleccionarlos ni hacer conjeturas *a priori* acerca de su relevancia;
- 2) Analizar, comparar y clasificar los hechos observados y registrados, sin más hipótesis ni postulados que los que supone la lógica del pensamiento;
- 3) A partir del análisis se hacen generalizaciones inductivas referentes a las relaciones, sean clasificatorias o causales entre ellas;
- 4) Las investigaciones subsiguientes serán deductivas tanto como inductivas, haciéndose inferencias a partir de generalizaciones previamente establecidas.

Entonces, el funcionamiento del método inductivista sería de la manera en que se grafica en el siguiente cuadro:



La investigación comienza en 1 con la acumulación de observaciones “sin hipótesis previas”. Luego de la acumulación de datos a partir de ciertas “regularidades” utilizando una estructura inferencial inductiva **a**, se pueden formular leyes que den cuenta de las regularidades observadas. A partir de la obtención de la o las leyes se pueden realizar predicciones de futuros sucesos descontando lo que se llama el “principio de regularidad de la naturaleza” (si no se “supone” este principio que dice que la naturaleza va a comportarse en el futuro del mismo modo que lo hace ahora, ninguna predicción ni ley sería posible). Las predicciones se obtienen por inferencias deductivas, por eso no hay problemas lógicos en ellas. La invalidez se presenta únicamente en el “camino de ascenso”, es decir, de **1** hacia **2**.

El método parece ejercer cierta fascinación sobre el sentido común, ya que el atenerse a la mera observación, a la observación de los “hechos puros”, tal cual son, parece ser un inicio seguro, pues parecería estar garantizada la objetividad por la evidencia empírica del comienzo en que podrían ser eliminados los errores propios del observador, como sus ideas preconcebidas, fantasías, prejuicios, tradición, etc. Esta posibilidad sedujo ya desde Bacon, quien lo propuso entonces como “un nuevo método para la ciencia”.

Este método en su forma extrema sostiene que el científico debe observar todos los fenómenos que acontezcan en su experiencia y registrarlos sin ninguna preconcepción sobre qué observar o cuál sea la verdad acerca de ellos; se espera así que emerjan verdades de validez universal, lo cual implica graves e insolubles errores, como los señalados a continuación:

- a) No se puede fundamentar lógicamente el pasaje de las observaciones (casos particulares, individuales) a las afirmaciones generales o universales (leyes científicas e hipótesis fundamentales) porque se puede dar el caso de pasar de enunciados observacionales verdaderos (singulares) a un enunciado general falso. No se garantiza la verdad de las leyes a partir de la verdad de los enunciados observacionales porque siempre cabe la posibilidad de que haya un caso no contemplado que contradiga la afirmación general,
- b) No se puede fundamentar su uso basados en su eficacia demostrada en el pasado, ya sea por lo expresado en la observación como por el hecho de que se estaría razonando inductivamente para mostrar la validez de la inducción. Por lo tanto tampoco se le podría fundamentar empíricamente;
- c) Se dice que no se puede tener la certeza absoluta acerca de los conocimientos, pero un alto grado de probabilidad funcionaría adecuadamente ya que toda la vida se

desenvuelve entre inducciones y probabilidades. Sin embargo, se trata de la probabilidad matemática y no se puede justificar las teorías científicas en términos de probabilidad matemática;

- d) Otra objeción importante es que para el inductivismo es problemático incluir en la ciencia términos teóricos que designen entidades inobservables (clase social, gen, electrón, inconsciente, etc.) que no son producto de ningún número de experiencias previas. Por lo tanto, se presentan opciones: abandonar la parte más interesante y fructífera de la ciencia, es decir, las afirmaciones que contienen términos teóricos, o abandonar la pretensión de explicar la actividad científica como una actividad regida por una naturaleza inductiva basada a su vez en una teoría del conocimiento empirista ingenua.

Sigue habiendo todavía quienes sostienen que el método científico es el inductivista (no muchos epistemólogos, muchísimos científicos y docentes y casi todos los estudiantes) y algunos dicen que la inducción sirve para inventar y para la vida cotidiana. Es que ha sido muy grande el poder de seducción de la metodología inductivista y tal el prestigio adquirido por su apego a los hechos científicos importantísimos, revolucionarios y reconocidos como Newton y Darwin han sido sus partidarios.

El método Hipotético-Deductivo

Este método es hoy en día el método de explicación e investigación más utilizado por la ciencia. En resumen, consiste en establecer hipótesis a partir de lo observado, deducir consecuencias demostrables y comprobarlas con nuevas observaciones o por medio de experimentos. Aquí, la validez de una idea científica o hipótesis se establece derivando (deducción) sus consecuencias con respecto al mundo real y procediendo a averiguar si la predicción derivada es correcta o no. Por eso se dice que el método de la ciencia, el método científico, es hipotético-deductivo. Además, es esencial que para que la observación de las consecuencias sirva para validar la hipótesis, no debe saberse de antemano si tales consecuencias se cumplen o no y que las consecuencias sean poco probables.

El método se remonta a Whewell, Jevons y Pierce en el siglo XIX, aunque la caracterización más precisa la hace Popper en el siglo XX. Sin embargo, la practicaban ya antes de que estuviera adecuadamente definido científicos como Pascal y Newton en el siglo XVII y Bernard, Pasteur, Darwin y Mendel en el siglo XIX. Ya la observación no es punto de partida de la teoría, se parte de *problemas*, que no se manifiestan en la percepción. Existe un problema cuando los conocimientos poseídos no sirven para explicar los hechos o muestran errores o falencias. Los problemas, entonces, aparecen en las teorías. La hipótesis propone una posible solución al problema. Su verificación depende de la confrontación empírica de las consecuencias observacionales derivadas deductivamente de ella. El *contexto de descubrimiento* son los procesos psicológicos y las situaciones involucradas en la formulación de la hipótesis. En cambio, el *contexto de justificación* designa a los procedimientos para validar teorías.

En la ciencia se dan dos episodios interdependientes, uno imaginativo o creativo y el otro crítico. El tener una idea, proponer una hipótesis o sugerir lo que puede ser verdadero es un ejercicio creativo. Pero las conjeturas científicas o hipótesis deben además estar sujetas a un examen crítico y a una contrastación empírica. El pensamiento científico es un proceso de

invención o descubrimiento, seguido por su validación o confirmación; al primero le concierne la formulación de nuevas ideas (“adquisición de conocimiento”) y al otro su validación (“justificación del conocimiento”). Así, la concepción de una idea es el punto de partida de la investigación científica.

A los científicos, como a cualquier persona, se les ocurren nuevas ideas, adquieren conocimiento de muy diversas maneras: conversaciones con otras personas, leer libros o periódicos, generalizaciones inductivas, etc. y es así que, precisamente, la hipótesis es la conjetura interrogativa de lo que puede ser verdadero. Ella guía la observación y la experimentación porque sugiere qué es lo que debe ser observado. Entonces, la conjetura imaginativa y la observación empírica son procesos independientes.

Probar una hipótesis implica por lo menos cuatro actividades diferentes:

- a) Examinar la hipótesis en cuanto a su consistencia interna. Si no está lógicamente bien formulada o si es autocontradictoria, debe ser rechazada;
- b) Examinar la estructura lógica para averiguar si tiene valor explicativo, si hace al fenómeno observado inteligible en algún sentido. Debe indicar las condiciones, procesos o mecanismos que responden a los fenómenos que pretende explicar y establecer relaciones generales entre ciertas condiciones y sus consecuencias o entre ciertas causas y sus efectos;
- c) Examinarla en cuanto a su consistencia con las hipótesis y teorías comúnmente aceptadas y si representa algún avance frente a ellas. La carencia de consistencia con otras teorías a menudo es razón de su rechazo. Algunos grandes avances científicos ocurren cuando una hipótesis ampliamente sostenida es reemplazada por una nueva que explica los mismos fenómenos y otros que la anterior no podía explicar;
- d) Debe ser probada empíricamente indagando si las predicciones derivadas de ella concuerdan con lo que se observa o no. Esto es lo crítico, lo que distingue a la ciencia empírica de otras formas de conocimiento, es decir, que sean refutables. Este requerimiento es el *criterio de demarcación* de las ciencias empíricas, ya que las separa de otras formas de conocimiento. Una hipótesis que no está sujeta a la posibilidad de refutación empírica no pertenece al campo de la ciencia.

El método hipotético-deductivo sostiene que la justificación y aceptación de las hipótesis y teorías científicas se basa en la contrastación empírica de sus consecuencias observacionales. Una hipótesis queda confirmada cuando los enunciados deducidos de ella son verificados empíricamente. Así se *presume* la verdad de la hipótesis y se le considera ley. Sin embargo, el procedimiento deductivo permite una contrastación empírica de las consecuencias observacionales pero *no* posibilita concluir la verdad de la hipótesis. Entonces, en este método no hay comprobación de la hipótesis.

Se puede decir que la inferencia de un gran número de consecuencias observacionales y su verificación hace *probable* la verdad de la hipótesis, pero ella se hace nula cuando la consecuencia es falsa. Es posible que aun cuando se han inferido verdades se presente una consecuencia observacional falsa, porque las deducciones posibles son, en principio, innumerables. Esto explica, además, la *provisoriedad* del conocimiento científico. Otro requisito para considerar aceptable una hipótesis es que no entre en contradicción con otras ya

establecidas. Pero hay numerosos ejemplos de hipótesis que contradicen las establecidas y que fueron luego válidas (p. ej. la hipótesis heliocéntrica se opuso a la geocéntrica y luego fue aceptada). También se presentan situaciones de teorías contrarias que coexisten (p. ej. las teorías corpuscular y ondulatoria de la luz). La contradicción entre las hipótesis nuevas y las ya establecidas no significa la necesaria falsedad de aquellas, puesto que las ya aceptadas no son necesariamente verdaderas.

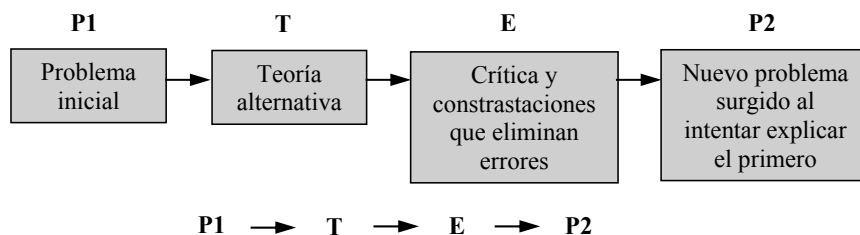
El método hipotético-deductivo tampoco proporciona una forma de fundamentar la validez del conocimiento científico, pero en base a su estructura se ha intentado otra solución a la cuestión de la verdad y fundamentación de las teorías científicas: es el falsacionismo.

El falsacionismo como criterio de demarcación científica

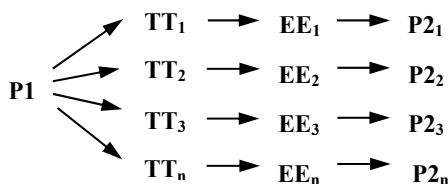
Las dificultades del método hipotético-deductivo muestran una posibilidad de solución: si no puede verificarse una hipótesis por la comprobación de sus consecuencias observables, puede ser refutable cuando estas consecuencias son falsas. Si *no* se puede verificar una hipótesis, *sí* se puede refutar. Entonces el científico no tiene ya que buscar la confirmación de la hipótesis, sino tratar de mostrar su falsedad. Al intentar falsarlas puede lograr refutar la hipótesis (lo que obliga a descartarla) o que, pese a someterla a numerosas pruebas para falsarla, no logra refutarla, lo cual permite su aprobación provisoria.

El falsacionismo sostiene que la ciencia busca la verdad pero que sólo es posible acercarse a ella tratando de probar la falsedad de las hipótesis científicas y prefiriendo aquellas que por el momento no han podido ser falsadas, porque una hipótesis para ser científica debe ser *falsable*. Falsable es una hipótesis cuando puede ser falsa, aunque no debe estar falsada, es decir, no debe estar comprobada su falsedad. Popper, quien ha desarrollado el falsacionismo, afirma que la falsabilidad brinda un *criterio de demarcación*, es decir, un procedimiento para diferenciar hipótesis científicas, las falsables de las que no lo son, para distinguir el conocimiento científico del que no lo es.

La actividad científica parte de problemas, frente a ello se busca una solución tentativa o hipótesis, que puede resultar total o parcialmente equivocada. La discusión crítica y la contrastación experimental permiten eliminar errores. Pero surgen nuevos problemas en función de las teorías o hipótesis corregidas, para los cuales será necesario encontrar nuevas soluciones. Para explicar eso, Popper presenta el siguiente esquema:



Pero el esquema debe ser abierto para la búsqueda de nuevas soluciones y tomar en cuenta que no se ofrece una respuesta, sino que hay múltiples soluciones tentativas:



En resumen se tiene que: 1) Se parte de problemas, 2) Se proponen soluciones tentativas, 3) Se critican, por discusión y contratación empírica, las soluciones tentativas, 4) Se eliminan los errores, y 5) Surgen nuevos problemas, comenzando el proceso nuevamente. Es así como los problemas surgen de las insuficiencias de las teorías ya probadas que han resistido a la crítica. La búsqueda de soluciones a esos problemas conduce a nuevas teorías. El análisis del problema y el estudio de los errores permiten formular soluciones que respondan mejor a las nuevas y viejas problemáticas.

Es necesario proponer hipótesis audaces, *conjeturas audaces*, que plantean soluciones consideradas improbables o que nunca se han expresado. En cambio, una *conjetura prudente* parte de lo ya sabido, de las hipótesis y teorías bien establecidas y va por caminos que no presentan problemas. Ambas son falsables y pueden ser confirmadas o refutadas. Entonces se tiene que:

- 1) Si las prudentes son corroboradas, simplemente confirman lo ya sabido;
- 2) Si la prudente es refutada, se descubren problemas allí donde se pensaba que no los había, es decir, en las teorías establecidas;
- 3) Si se refuta una audaz, se rechaza una explicación inadecuada. La comprensión de sus errores va a permitir la invención de nuevas y mejores soluciones tentativas; y
- 4) Si se confirma una audaz se abre un nuevo camino a la investigación, ya que lo inaudito e improbable se manifiesta posible. En la primera opción queda el conocimiento en su estado anterior. En las opciones segunda y tercera se aporta una mejor comprensión al problema y en la cuarta opción va a ocurrir el aumento de conocimiento.

En resumen, se tienen entonces los siguientes elementos del falsacionismo:

- Dada una hipótesis o una teoría, a través de sus consecuencias observacionales es posible falsarla pero no verificarla;
- Las hipótesis y teorías deben ser falsables, es decir, va a existir por lo menos un enunciado que las contradiga;
- Se parte de problemas y se proponen soluciones tentativas, las que serán sometidas a crítica para eliminar errores, aunque surgirán nuevos problemas;
- Las soluciones tentativas a un problema pueden ser varias y simultáneas (hipótesis y teorías rivales);

- Las conjeturas audaces si no so refutadas representan un aumento importante del conocimiento. Sin embargo, su refutación proporciona una mejor comprensión del problema, al igual que la falsación de una conjetura prudente;
- Si una hipótesis o teoría es falsada, se le modifica o sustituye. Si no, se la acepta provisoriamente.

La audacia de las conjeturas con las que se intenta solucionar los problemas y la crítica rigurosa constituyen la base del *método científico*. El método de la ciencia es el método de conjeturas audaces e ingeniosas seguidas por intentos rigurosos de refutarlas.

Básicamente, las tesis del falsacionismo son las siguientes:

- a) El conocimiento parte de problemas;
- b) Las hipótesis son libremente inventadas para dar una solución tentativa al problema. Son conjeturas;
- c) El conocimiento científico se caracteriza por estar formado por proposiciones falsables. Las conjeturas deben ser falsables y audaces. Entre hipótesis o teorías rivales se ha de elegir la que sea más falsable;
- d) Toda hipótesis ha de ser sometida a crítica a través de la discusión y contrastación de sus consecuencias observacionales;
- e) Las hipótesis falsadas deben ser rechazadas y las que no se han refutado, por el momento son aceptadas provisoriamente;
- f) Se aprende del error, en tanto se le comprenda e intente superar;
- g) La comprensión del problema, mediante la propuesta de soluciones tentativas y la eliminación de errores gracias a la crítica, permite el aumento o progreso del conocimiento, formulándose teorías mejores;
- h) No hay fundamentación de la verdad de las teorías. Únicamente la búsqueda de refutación de las exitosas y las formulaciones de nuevas teorías mejores que las anteriores, posibilitan aproximarse a la verdad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Artigas, M. (2009). *Filosofía de la ciencia*. Pamplona: EUNSA.
- Barriga, C. (2011). *Introducción a la epistemología* (Antología). Lima: UNMSM, Facultad de Educación, PROTEC.
- Barriga, C. (2006). *Epistemología*. Lima: UNMSM, Facultad de Educación, PROBACH.
- Bunge, M. (1982). *Epistemología*. La Habana: Editorial Ciencias Sociales.

- Bunge, M. (s/f). *La ciencia. Su método y su filosofía*. Buenos Aires: Ediciones Siglo XX.
- Camilloni, A. (1997). *Los obstáculos epistemológicos en la enseñanza*. Barcelona: Gedisa.
- Chalmers, A. (2006). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Madrid: Siglo XXI.
- Díaz, E. y Heler, M. (s/f). *El conocimiento científico*. Buenos Aires: Eudeba.
- Jiménez, M. (2003). *Enseñar ciencias*. Barcelona: Graó.
- Perafán, G. (2004). *La epistemología del profesor y su propio conocimiento profesional*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Glavich, E. et al. (1999). *Notas introductorias a la filosofía de la ciencia*. Buenos Aires: Eudeba.
- Ruiz, R. y Ayala, F. (s/f). *El método en las ciencias*. México: Fondo de Cultura Económica.
- San Martí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias*. Madrid: Síntesis Educativa.
- Serrano, J. (s/f). *Filosofía de la ciencia*. México: Trillas.
- Verneaux, R. (s/f). *Epistemología general o crítica del conocimiento*. Barcelona: Herder.

