

EL PAPEL DE LA HIPOTESIS EN
LA INVESTIGACION CIENTIFICA:
TEMAS Y CONTROVERSIAS

ENERIO RODRIGUEZ ARIAS

No existe otra actividad en el proceso de la investigación científica que haya provocado tanta controversia como el papel que juegan las hipótesis en dicho proceso.

Todo conocimiento debe expresarse bajo la forma de proposiciones. El conocimiento científico se expresa en las llamadas proposiciones nomológicas universales, tales como "Todo cuerpo en movimiento no sujeto a fuerzas externas mantiene una velocidad constante". Los científicos están de acuerdo en que ésta es la forma final que deben adoptar las proposiciones científicas. Pero no están de acuerdo entre sí en cuanto a la estrategia que debe seguirse para llegar al descubrimiento y la expresión de estas proposiciones. Quizás la exposición de dos opiniones opuestas ilustre adecuadamente lo que acabo de decir: Mientras Konrad Lorenz (1950) señala que "una idea preconcebida es un gran peligro en toda investigación inductiva", y luego señala

El presente artículo, que data de 1976, no refleja los desarrollos recientes en la controversia sobre el papel de las hipótesis en las investigaciones científicas, pero se publica por la utilidad que pueda tener como introducción a los que se inician en el estudio de este problema.

que "es una ley inviolable de la ciencia natural inductiva el que tenga que comenzar con la observación pura, del todo independiente de cualquier teoría preconcebida y de cualquier hipótesis de trabajo", Claude Bernard (1976) ya había afirmado antes que "una idea anticipadora o una hipótesis es el punto de partida necesario para todo razonamiento experimental. Sin ella no podríamos llevar a cabo una investigación ni aprender nada; podríamos simplemente amontonar observaciones estériles".

Como puede verse, las opiniones expuestas reflejan estrategias diferentes en el proceso de adquirir conocimientos científicos. La primera se enmarca en la llamada tradición baconiana, mientras que la segunda pertenece a la llamada tradición galileana. En este contexto voy a referirme al papel de la hipótesis en la investigación científica. Me referiré en primer término a la estrategia seguida por la tradición galileana y luego a la seguida por la tradición baconiana.

La Hipótesis en la Tradición Galileana

En oposición a los seguidores de Aristóteles, Galileo Galilei sostuvo que la lógica era un instrumento apto para la crítica, no para el descubrimiento. Las leyes de la naturaleza no se revelan de manera directa al observador ni pueden descubrirse mediante un simple ejercicio silogístico. Es necesario trascender la observación ordinaria y combinar la hipótesis con la deducción para tener acceso a las relaciones que subyacen en los fenómenos de la naturaleza. Según Galileo, el hombre de ciencia debe formular hipótesis de ensayo para explicar un fenómeno observado en una o en varias ocasiones; luego, debe elaborar en forma deductiva las consecuencias o implicaciones con nuevas observaciones. Si las nuevas observaciones no confirman las hipótesis, el hombre de ciencia formula otras hipótesis y realiza nuevos ensayos. Esta es la estructura del método hipotético-deductivo, que es el método de investigación de la llamada tradición galileana. Veamos su funcionamiento en algunos ejemplos.

Toda investigación científica comienza con el planteamiento de un problema. Aunque un problema científico puede manifestarse de formas diversas, para la presente exposición tomaremos como problema la presencia de un hecho enigmático; es decir, un hecho que no puede ser colocado en ningún punto de la matriz de conocimientos existentes y que por ello permanece como un enigma, como un hecho sin explicación; por ejemplo, la fiebre puerperal que diezmaba a las parturientas de la Primera División de Maternidad del Hospital General de Viena entre 1844 y 1848, o las desviaciones del planeta Urano de su vía orbital predicha matemáticamente de acuerdo con la ley de la gravitación de Newton. Es la necesidad de explicar estos hechos la que en ambos casos plantea un problema.

Planteado un problema, la tarea del científico consiste en aumentar los conocimientos referentes al hecho enigmático a fin de lograr la explicación del mismo. Una hipótesis es la herramienta utilizada por el científico para lograr dicha explicación. Si sustituimos el término común "hecho" por el término cuantitativo "variable" podemos definir una hipótesis como una proposición demostrable de una relación potencial entre dos o más variables. Por ejemplo, ante el problema de explicar la fiebre puerperal mencionada, una hipótesis la relacionaba con "influencias epidémicas", otra con el hacinamiento, otra con las lesiones producidas por los reconocimientos poco cuidadosos a que sometían a las pacientes los estudiantes de medicina, otra con el terror psicológico producido por el ruido de la campanilla del acólito que acompañaba al sacerdote que brindaba los últimos auxilios espirituales a las moribundas y otra, finalmente, con el envenenamiento de la sangre provocado por "materia cadavérica". Igualmente, ante el problema de explicar las desviaciones en los movimientos del planeta Urano, había por lo menos seis hipótesis posibles: Una hipótesis relacionaba el hecho con la necesidad de abandonar el supuesto de la uniformidad de la naturaleza, otra con la insuficiencia de la ley de la gravitación de Newton para explicar el movimiento de planetas tan distantes del sol, otra con satélites de Urano, otra con el tránsito de un cometa, otra con algún planeta más cercano al sol que Urano y, finalmente, otra con algún planeta más lejano del sol que Urano.

En todos los ejemplos anteriores, las hipótesis constituían un instrumento en la búsqueda de una relación entre la fiebre puerperal y otro fenómeno todavía desconocido en el primer caso; y entre los movimientos desviados de Urano y algún fenómeno hasta entonces desconocido, en el segundo caso.

Al definir la hipótesis dije que era una proposición demostrable. Después de los ejemplos anteriores, quizás sea conveniente insistir en la demostrabilidad como una característica necesaria de toda hipótesis científica.

Si tomamos como parámetro el valor de verdad que puede tener una proposición, todas las proposiciones pueden ser clasificadas en tres grandes grupos: Analíticas, contradictorias y sintéticas. Las proposiciones analíticas son aquellas cuya verdad puede determinarse mediante un simple análisis de los conceptos que la integran; por ejemplo, "ningún soltero es casado". Estas proposiciones son necesariamente verdaderas y para determinar su verdad no hay que recurrir a ningún tipo de observación, sino saber qué significan los términos "soltero" y "casado". Como puede verse, en el predicado no se dice nada que ya no esté contenido en el sujeto. Por eso se dice de estas proposiciones que son tautológicas, verdades lógicas, proposiciones vacías de contenido empírico. Como puede inferirse, las hipótesis

científicas no pueden ser proposiciones analíticas, pues estas últimas, aunque necesariamente verdaderas, lo son al precio de no decir nada sobre el mundo empírico.

Las proposiciones contradictorias son aquellas en las que el predicado niega del sujeto lo suficiente para incurrir en una contradicción, por ejemplo, algún soltero es casado. Estas proposiciones son necesariamente falsas; se las conoce como falsedades lógicas. Resulta fácil comprender que las hipótesis científicas no pueden ser proposiciones contradictorias.

Las proposiciones sintéticas son aquellas que tienen probabilidad de ser verdaderas o de ser falsas. Estas proposiciones, ni son verdades lógicas ni son falsedades lógicas. No son vacías de contenido empírico, sino que dicen algo sobre el mundo empírico. Como tales, son susceptibles de que se demuestre su valor de verdad mediante una consulta con el mundo empírico. Como es fácil inferir, las hipótesis científicas deben ser proposiciones sintéticas. De esta manera, al mismo tiempo que nos ayudan a aumentar nuestro conocimiento del mundo, nos exponen al error; pero ese riesgo de error es inherente al propio conocimiento científico.

Ahora que hemos visto que las hipótesis científicas deben ser proposiciones demostrables, el siguiente paso consiste en exponer cómo se demuestran, cómo se someten a prueba, o lo que es lo mismo cómo se contrastan las hipótesis científicas. A fin de facilitar la comprensión de los aspectos lógicos del proceso de demostración, Bertrand Russell sugirió que las hipótesis científicas fuesen expresadas siguiendo la forma lógica de la implicación general. Esta puede expresarse de la siguiente manera: "Si....., entonces.....". Es decir, si se dan determinadas condiciones, entonces deberán darse otras determinadas condiciones. Si sustituimos el primer conjunto de condiciones por a y el segundo conjunto de condiciones por b, la implicación general sería "Si a, entonces b".

Tanto de a como de b se dice que son variables proposicionales, pues ambas son proposiciones que expresan sendos conjuntos de condiciones. La proposición a es llamada la condición antecedente de la hipótesis y la b como condición consecuente. Veamos ahora el proceso de demostración con un ejemplo.

Cada una de las hipótesis formuladas para explicar el fenómeno de la fiebre puerperal, si es verdadera, conduce a ciertas consecuencias comprobables en el mundo de la observación. Tomemos, por ejemplo, la hipótesis de que la fiebre puerperal tenía alguna relación con el terror psicológico producido por el ruido de la campanilla del acólito que acompañaba al sacerdote que brindaba los últimos auxilios

espirituales a las moribundas. Si esta hipótesis hubiera sido verdadera, ello hubiera podido determinarse en base a sus consecuencias o implicaciones; por ejemplo, la supresión del ruido de la campanilla así como del paso del sacerdote por las salas de enfermas, debería haber producido una disminución de las muertes. Los resultados fueron adversos a esta hipótesis. Sustituyendo, encontramos lo siguiente:

Si a, entonces b,
Es así que no b,
Entonces no a

El razonamiento anterior se conoce como "la negación del consecuente", y es un razonamiento lógicamente válido; ello quiere decir que la conclusión (Entonces no a) es deducida lógicamente de las premisas. Podemos parafrasearlo de la siguiente manera:

Si esta hipótesis es verdadera, entonces debería ocurrir una disminución en el número de muertes como consecuencia del retiro del ruido de la campanilla y del paso del sacerdote,

Es así que no ocurre una disminución....etc.
Entonces esta hipótesis no es verdadera.

Y no puede serlo porque una hipótesis que tiene una implicación falsa, no puede ser verdadera.

Tomemos ahora la hipótesis que relacionaba la fiebre puerperal con un envenenamiento de la sangre producido por "materia cadavérica". Si esta hipótesis es verdadera, entonces conduce a ciertas consecuencias comprobables en el mundo de la observación; por ejemplo, la adopción de medidas antisépticas reducirá el número de muertes por fiebre puerperal. Los resultados fueron favorables a esta hipótesis. Sustituyendo, encontramos lo siguiente:

Si a, entonces b,
Es así que b,
Entonces a

El razonamiento anterior es conocido como "la afirmación del consecuente", y no es un razonamiento lógicamente válido; ello quiere decir que la conclusión (Entonces a) no se deduce lógicamente de las premisas. Podemos parafrasearlo de la siguiente manera:

Si esta hipótesis es verdadera, debería ocurrir una reducción en el número de muertes por fiebre puerperal cuando se adoptan medidas antisépticas apropiadas.

Es así que ocurre una reducción en el número de muertes....etc. Entonces esta hipótesis es verdadera.

Sin embargo, esta hipótesis podría ser falsa, pues una hipótesis falsa puede tener implicaciones verdaderas. De hecho, la hipótesis mencionada no era completamente verdadera, a pesar de serlo la implicación citada.

Como se puede ver, el razonamiento mediante el cual se confirma una hipótesis científica, no es un razonamiento lógicamente válido; más bien es conocido como una "falacia de la afirmación del consecuente". Esto quiere decir que por más confirmaciones que haya recibido una hipótesis científica, nunca queda establecida de manera concluyente; siempre lleva consigo la marca de la provisionalidad que caracteriza al conocimiento científico.

Los defensores de esta estrategia de investigación, a la que desde su uso inicial por Galileo se ha llamado método hipotético-deductivo, sostienen que no es el problema el que directamente determina la relevancia o irrelevancia de los datos, sino la hipótesis, y señalan como prueba de ello el hecho de que ante un mismo problema los mismos datos son relevantes o irrelevantes, dependiendo de la hipótesis que esté siendo sometida a prueba.

Al mismo tiempo que la hipótesis centraliza el interés del científico en cierto tipo de datos, ahorrándole una enorme cantidad de tediosas observaciones, el razonamiento y la deducción juegan un papel importante en la investigación científica, al reducir el número de hipótesis a aquellas que parezcan más razonables. Veamos cómo se excluyeron cinco de las hipótesis invocadas para explicar los movimientos desviados del planeta Urano:

1. La hipótesis que cuestionaba el supuesto de la uniformidad de la naturaleza era poco parsimoniosa, pues requería de un nuevo conjunto de supuestos que sólo valdrían para el movimiento del planeta Urano.

2. Igualmente, la mayoría de los astrónomos no estaban dispuestos a negar la ley de la gravitación de Newton, la cual había sido confirmada en muchas circunstancias diferentes. Nuevamente se invocó el principio de la parsimonia, y las leyes de Newton se consideraron adecuadas para explicar las desviaciones, si existiese otro cuerpo cuya atracción gravitacional determinara dichas desviaciones.

3. La hipótesis del satélite fue descartada sobre la base de que para producir tal efecto, dicho satélite debía ser lo suficientemente grande como para ser visto en el telescopio. Sin embargo, todos los esfuerzos por localizar el supuesto satélite fueron en vano.

4. La hipótesis del cometa fue descartada, porque, cualquiera que fuese el factor determinante de las desviaciones, debía tener un efecto continuo y estable para poder explicar los hechos observados. Un cometa no podría mantener dicho efecto por períodos tan largos de tiempo.

5. La existencia de algún planeta más cercano al sol que Urano fue descartada porque matemáticamente podía demostrarse que las desviaciones eran producidas desde más allá de la órbita de Urano.

6. La presencia de un planeta más allá de la órbita de Urano era la hipótesis más plausible para explicar las desviaciones. Aunque todavía no observado, su existencia explicaría las continuas y estables desviaciones, sin implicar la necesidad de cambiar el supuesto básico de la uniformidad de la naturaleza o la ley de la gravitación.

Desde luego que la lógica no es un sustituto de la observación directa. La exclusión de las primeras cinco hipótesis no implicaba la aceptación automática de la sexta, a menos que hubiese la seguridad de que no podía haber más que esas seis hipótesis. Como los científicos no poseen habitualmente esa seguridad, toda "prueba" por el método de la exclusión únicamente establecía cuál posibilidad era más plausible. La eliminación de las hipótesis menos plausibles permite al científico establecer un sistema de jerarquía a fin de someter a prueba primero las hipótesis más plausibles.

Trabajando independientemente en la sexta hipótesis, tanto el inglés Adams como el francés Leverrier, fueron capaces de calcular el tamaño y la ubicación del planeta que más tarde sería llamado Neptuno, mucho antes de que fuese descubierto con el telescopio. De esta manera la hipótesis de Newton recibía una nueva confirmación. Posteriormente Lowell, siguiendo los mismos razonamientos que condujeron a Adams y Leverrier al descubrimiento de Neptuno, postuló la existencia de un planeta que estaría más allá de Neptuno. Lowell publicó sus cálculos finales en 1915, y en 1930 se observó por primera vez un planeta con las características y en la ubicación predichas por Lowell, el planeta Plutón.

No obstante las impresionantes confirmaciones anteriores, la hipótesis de Newton no quedaba confirmada de manera concluyente por las mismas. El razonamiento subyacente a estas demostraciones o contradicciones sigue siendo la "falacia de la afirmación del consecuente". Una nueva circunstancia de contrastación se presentó cuando se observaron desviaciones en los movimientos de Mercurio. Leverrier, haciendo uso de la hipótesis de Newton, postuló la existencia de un nuevo

planeta, al que llamó Vulcano. En realidad, dicho planeta no existe, y las desviaciones de Mercurio pudieron explicarse perfectamente con la hipótesis de la relatividad generalizada de Einstein, de la cual se deducía que los rayos que pasaran junto al sol se curvarían. Durante el eclipse solar de 1919 se realizaron observaciones que concordaron muy de cerca con la deflexión predicha por Einstein.

El ejemplo anterior revela cómo una hipótesis científica nunca queda concluyentemente confirmada. Esto quiere decir que no se puede hablar de certeza científica, aunque cada vez que se confirme una hipótesis científica, aumente legítimamente nuestra confianza en su valor explicativo. A este respecto, Hempel (1973, pp. 23-24) ha señalado lo siguiente: "Pero la observación de que el resultado favorable de las contrastaciones, sea cual fuere su número, no proporciona pruebas concluyentes de una hipótesis, no nos debe hacer pensar que si hemos sometido una hipótesis a un determinado número de contrastaciones y todas han arrojado un resultado favorable, no estemos en mejor situación que si no hubiésemos sometido a prueba esa hipótesis. Pues cada una de nuestras contrastaciones hubiera podido dar un resultado desfavorable y obligarnos a rechazar la hipótesis. Un conjunto de resultados favorables, obtenido mediante la prueba de diferentes implicaciones de una hipótesis, muestra que la hipótesis ha sido confirmada en relación con esas implicaciones concretas; y aunque este resultado no proporcione una prueba completa de la hipótesis, proporciona cierto apoyo, cierta corroboración o confirmación parcial de ella. El grado de este apoyo dependerá de diversos aspectos de la hipótesis y de los datos de la contrastación".

Después de haber descrito el proceso de demostración o contrastación de las hipótesis científicas, es oportuno señalar algunos de los criterios que determinan la elección entre hipótesis competidoras. Sin que la lista sea exhaustiva, me referiré a cuatro criterios importantes: 1) Deducción de consecuencias, 2) Congruencia con hechos establecidos, 3) Parsimonia, y 4) Simplicidad lógica.

1. Deducción de consecuencias

Como ya se ha señalado, toda hipótesis científica debe permitir que el científico confirme o rechace sus consecuencias o implicaciones lógicas. En la medida en que un número mayor de consecuencias puedan deducirse de una hipótesis, ésta será contrastada en un número mayor de circunstancias diferentes, y en el caso de ser confirmada, gozará de mayor confirmación que cualquier hipótesis competidora de la que se deduzca un menor número de consecuencias. En términos generales, puede afirmarse que la hipótesis que conduce a un número mayor de consecuencias es más fructífera.

2. Congruencia con hechos establecidos

Una hipótesis que es congruente con hechos bien establecidos, es preferible a otra que entra en contradicción con los mismos. A simple vista pudiera parecer que la aplicación de este criterio impediría que se investigaran problemas que entran en contradicción con hechos y principios bien establecidos. Debe reconocerse que ésta es una posibilidad de la que hay que protegerse, pues para las ciencias empíricas no hay hechos ni principios incuestionables. Sin embargo, el criterio de preferir hipótesis que sean congruentes con los hechos y principios bien establecidos busca proteger al científico frente a una posible proliferación de hipótesis improductivas.

3. Parsimonia

De dos hipótesis que explican el mismo conjunto de hechos, debe preferirse aquella que haga un número menor de suposiciones. De ésta se dice que es más parsimoniosa. Por ejemplo, la razón que llevó a algunos astrónomos a adoptar inicialmente la hipótesis copernicana fue que ésta era mucho más parsimoniosa que la hipótesis ptolemaica.

4. Simplicidad lógica

Este criterio se relaciona estrechamente con el de parsimonia. La simplicidad lógica de una hipótesis no quiere decir que éste sea fácil de entender; significa unidad lógica y amplitud de la hipótesis. De dos hipótesis debe preferirse aquella que pueda explicar el mayor número de hechos sin necesidad de apelar a hipótesis auxiliares o a suposiciones *ad-hoc*; de esa hipótesis se dice que posee mayor simplicidad lógica. Las hipótesis del oxígeno y del flogisto, para explicar la combustión, constituyen buenos ejemplos ilustrativos.

Como ya he señalado, la estrategia que acabo de exponer ha sido denominada "método hipotético-deductivo". En dicha estrategia metodológica existe un apoyo recíproco entre observación y teoría. Por creer que es la mejor descripción que se ha hecho del método hipotético-deductivo, reproduciré aquí el resumen del mismo hecho por Clark Leonard Hull (citado por Barratt 1974. pp. 153-).

"La ciencia moderna tiene dos componentes inseparables: el empírico y el teórico. El componente empírico se refiere principalmente a la observación; el teórico, a la interpretación y explicación de la observación. Se explica un evento natural cuando puede ser derivado como teorema, mediante un proceso de razonamiento a partir de 1) un conocimiento de las condiciones naturales relevantes que le anteceden, y 2) uno o más principios relevantes, llamados postulados. Se

generan conjuntos o familias de teoremas, y a menudo se emplean teoremas para deducir otros teoremas; de esa manera se desarrolla una jerarquía lógica similar a la de la geometría ordinaria. Una jerarquía de familias interrelacionadas de teoremas, toda ella derivada del mismo conjunto de postulados consistentes, constituye un sistema científico.

La teoría científica se parece al argumento en que es de naturaleza lógica, pero difiere radicalmente de él porque el objetivo del argumento es convencer. En la teoría científica la lógica se emplea en unión con la observación como un medio de investigación. El grado de validez de una supuesta ley puede determinarse ensayándola empíricamente bajo una amplia gama de condiciones en las que operará en unión simultánea con la más grande variedad y combinación de otras leyes naturales. Pero la única forma en que el científico puede decir, a partir del resultado de tal procedimiento empírico, si una ley hipotética determinada se ha cumplido en la forma postulada, es deduciendo primero, mediante un proceso lógico, cuál debería ser el resultado del proceso si la hipótesis es realmente verdadera. Este proceso deductivo es la esencia de la teoría científica.

El procedimiento típico en ciencia es adoptar tentativamente un postulado, deducir una o varias implicaciones lógicas del mismo relativas a fenómenos observables y comprobar la validez de la deducción mediante observación. Si la deducción está en claro desacuerdo con la observación, hay que abandonar o modificar el postulado de manera que no implique ninguna proposición conflictiva semejante. Si, por el contrario, las deducciones concuerdan con las observaciones, el postulado adquiere confiabilidad. Mediante sucesivos acuerdos bajo una amplia variedad de condiciones, el postulado puede alcanzar un alto grado de justificada confiabilidad, pero nunca la certeza absoluta".

La Hipótesis en la Tradición Baconiana

Francis Bacon, igual que Galileo, se opuso al razonamiento silogístico como instrumento para comprender la naturaleza. Pero contrariamente a Galileo, Bacon desconfiaba de las hipótesis. Mientras a Galileo le bastaba un solo ejemplo típico de un fenómeno, Bacon consideraba que debían reunirse innumerables ejemplos en diferentes condiciones. Para Bacon, la naturaleza era un libro escrito en un alfabeto bien preciso. Todo cuanto había que hacer para entenderlo era reunir muchos ejemplos, sin anticiparse a la naturaleza, sin formular hipótesis provisionales, pues las sutilezas de la naturaleza superan con mucho a las sutilezas de la razón. Según Bacon, sólo la

observación paciente y metódica puede conducir a una interpretación de la naturaleza.

Aparte del valor que para su época encerraba la exhortación de Bacon de que hay que observar a la naturaleza si se quiere aprender sus secretos, él no llegó a formular ninguna regla mediante la cual se pudiese alcanzar una generalización inductivamente, esto es, a partir de la observación empírica de casos particulares. Fue John Stuart Mill quien captó plenamente las deficiencias del inductivismo ingenuo basado en la simple enumeración de casos. Según Mill, no basta con observar pura y simplemente ejemplo tras ejemplo en una forma incontrolada, reuniendo observaciones al azar como si fuesen estampillas de correo o huevos de aves, y luego sacar conclusiones a voluntad. Se necesitaba el uso disciplinado de la razón, pues sólo así se podía obtener información confiable. En su sistema, la inferencia inductiva parte de la observación de casos particulares bajo condiciones controladas; luego procede, mediante un análisis de los casos, al descubrimiento de las propiedades y relaciones universales que los caracterizan; y de aquí a las proposiciones generales sobre ellos. Según Mill, es legítimo partir de la observación de un gran número de casos y llegar a generalizaciones o leyes, a condición de que las observaciones realizadas satisfagan determinados criterios. Esos criterios son las llamadas reglas de inducción. Dichas reglas, conocidas como métodos, son las siguientes:

1. El método del acuerdo: Si dos o más casos del fenómeno que se investiga tienen sólo una circunstancia en común, la circunstancia única en la cual todos los casos coinciden es la causa (o efecto) del fenómeno dado.

Si las **condiciones variables** producen el **fenómeno**

a	b	c	d	X
a	e	f	g	X
a	h	i	j	X

Entonces, "a" está causalmente relacionada con "X".

2. El método de la diferencia: Si un caso en el que el fenómeno no que se investiga ocurre, y un caso en el que no ocurre, tienen todas las circunstancias en común menos una, la que sólo se da en el primero, la circunstancia única en la cual difieren los dos casos es el efecto, o la causa, o una parte indispensable de la causa del fenómeno.

Si las **condiciones variables** producen el **fenómeno**

a	b	c	d	X
	b	c	d	no X

Entonces, "a" está causalmente relacionada con "X".

3. El método conjunto del acuerdo y de la diferencia: Si dos o más casos en los que ocurre el fenómeno tienen sólo una circunstancia en común, mientras que dos o más casos en los que el fenómeno no ocurre no tienen nada en común, salvo la ausencia de tal circunstancia, la circunstancia única en la cual los dos conjuntos difieren es el efecto, o la causa, o una parte indispensable de la causa del fenómeno.

Si las **condiciones variables** producen el **fenómeno**

a	b	c	d	e	X
a	f	g	h	i	X
	b	c	f	g	no X
	d	e	h	i	no X

Entonces, "a" está causalmente relacionada con "X".

4. El método de la variación concomitante: Cualquier fenómeno que varíe de alguna manera siempre que otro fenómeno varía de un modo particular, es o una causa o un efecto de este fenómeno, o está relacionado con él mediante algún hecho de causalidad.

Si las **condiciones variables** producen el **fenómeno**

a	b	c	2X
2a	b	c	4X
3a	b	c	6X
na	b	c	2nX

Entonces, "a" está causalmente relacionada con "X".

Mediante la aplicación rigurosa de estas reglas, Mill consideraba que la transición de la evidencia a la generalización estaba justificada, pues la evidencia era obtenida en condiciones bien especificadas, de manera que los rasgos y uniformidades universales se hicieran patentes.

Karl Britton, biógrafo de Mill, considera que la gran realización

de Mill fue haber encontrado una lógica deductiva y haber legado una lógica inductiva y deductiva. Para Mill, la lógica deductiva era incompleta, tautológica e incapaz de producir nuevas verdades. De aquí que fuese necesario completarla con una lógica de la verdad, la cual debería interesarse en el problema de cómo llegamos a conocer proposiciones universales.

Siguiendo la estrategia anticipada por Mill, Wolfe (citado en Hempel, 1973, p. 27) ha descrito el método científico de la siguiente manera:..."el procedimiento (ideal) sería el siguiente: En primer lugar, se observarían y registrarían todos los hechos, sin seleccionarlos ni hacer conjeturas a priori acerca de su relevancia. En segundo lugar, se analizarían, compararían y clasificarían esos hechos observados y registrados, sin más hipótesis ni postulados que los que necesariamente supone la lógica del pensamiento. En tercer lugar, a partir de este análisis de los hechos se harían generalizaciones inductivas referentes a las relaciones, clasificatorias o causales entre ellos. En cuarto lugar, las investigaciones subsiguientes serían tanto deductivas como inductivas, haciéndose inferencias a partir de generalizaciones previamente establecidas".

Esta estrategia de investigación, completamente diferente a la trazada por el método hipotético-deductivo, ha sido designada por Hempel como "la concepción inductivista estrecha de la investigación científica" (Hempel, 1973, p. 28). De acuerdo con esta concepción, Lorenz (1950, pp. 222-234) ha señalado que "el desarrollo de cualquier ciencia natural inductiva consta de tres etapas indispensables: el registro de la observación y descripción pura de los hechos, la disposición ordenada de estos hechos en un sistema y, finalmente, la búsqueda de las leyes naturales prevalecientes en el sistema".

Los seguidores de la estrategia baconiana creen que ésta es más cercana al comportamiento real del investigador que la estrategia galileana. En este sentido, consideran que el método hipotético-deductivo es una reconstrucción lógica del método científico, que no concuerda con lo que realmente hacen los científicos. Por ejemplo, Schiller (citado por Beveridge, 1966, p. 131) señalaba: Entre los varios obstáculos que se oponen al progreso científico, debe asignarse un buen lugar al análisis de los procedimientos científicos que provee la lógica. No ha tratado de describir los métodos mediante los cuales se rige el progreso científico, al contrario, ha reorganizado el procedimiento real de acuerdo con sus prejuicios, y el orden de los descubrimientos ha sido sustituido por un ordenamiento de las pruebas". En el mismo sentido se expresa Skinner cuando dice que "no hay duda de que el científico de laboratorio se ve confundido y a menudo desencantado cuando descubre que su conducta ha sido reconstruida en el análisis formal del método científico. Es probable que proteste diciendo que

ésta no es en modo alguno una representación justa de lo que él hace" (Skinner, 1956, p.221). Bachrach (1972, p.7) expresa algo parecido cuando advierte que generalmente las investigaciones no se hacen como los autores de libros sobre investigación dicen que se hacen; defienden la investigación sin hipótesis; e ilustra la forma en que las hipótesis producen una miopía en el investigador que le impide ver un descubrimiento a pesar de haberlo realizado.

Los que defienden el uso de hipótesis en la investigación científica suelen preguntar quién o qué cosa guiaría al científico en sus observaciones si no dispusiera, aunque en forma vaga, de alguna hipótesis. Hempel (1973, pp. 29-30) resume su argumento sobre la necesidad de las hipótesis en los siguientes términos: "En resumen, la máxima según la cual la obtención de datos debería realizarse sin la existencia de hipótesis antecedentes que sirvan para orientarnos acerca de las conexiones entre los hechos que se están estudiando es una máxima que se autorrefuta y a la que la investigación científica no se atiene. Al contrario, las hipótesis, en cuanto intentos de respuesta, son necesarias para servir de guía a la investigación científica. Estas hipótesis determinan, entre otras cosas, cuál es el tipo de datos que se han de reunir en un momento dado de una investigación científica".

Los que rechazan el uso de hipótesis en la investigación científica responden preguntando quién o qué cosa guiaría al científico en la selección de sus hipótesis. En realidad, no existen reglas explícitas para concebir hipótesis y nadie puede enseñar a un investigador cómo concebir una hipótesis fecunda. Las hipótesis pueden tener orígenes muy diversos, desde estados mentales anormales hasta deducciones formales de teorías, y suelen recibir la herencia compleja de influencias culturales, científicas y personales (Hyman, 1972). Todo esto revela que el problema del origen de las hipótesis desborda el ámbito de la metodología; pertenece a la psicología del pensamiento. Nos colocamos entonces frente al problema de la insuficiencia de la metodología como lógica de la ciencia para dar cuenta del proceso de investigación científica. En la estrategia galileana, dicha insuficiencia se manifiesta no sólo en el problema del origen de las hipótesis, sino también en el ámbito de la contrastación, pues únicamente las contrastaciones negativas descansan en un razonamiento lógicamente válido. En la estrategia baconiana, la observación completamente pura, en ausencia total de ideas preconcebidas, es no sólo metodológicamente, sino también psicológicamente imposible. Además, el razonamiento inductivo es esencialmente insuficiente para realizar una inferencia cuestionablemente válida. Como ha señalado Hempel (1973, pp.33) "No hay, pues, 'reglas de inducción' generales aplicables, mediante las cuales puedan derivarse o inferirse mecánicamente, a partir de datos empíricos, hipótesis o teorías. La transición de los datos a la teoría requiere imaginación creativa. Las hipótesis y teorías científicas no

se derivan de los hechos observados, sino que **se inventan** para explicarlos".

La investigación científica fecunda parece depender de factores imposibles de codificar metodológicamente, tales como la capacidad de imaginación e intuición creativa del científico. La metodología como lógica de la investigación científica se interesa en lo que Reichenbach (citado por McGuigan, 1968, pp. 46-47) ha llamado el **contexto de la justificación**, el cual se refiere al proceso metodológico de la contrastación de las hipótesis, pero no nos puede decir nada del **contexto del descubrimiento**, el cual se refiere a la forma en que el científico llega a concebir una hipótesis. La importancia de los factores psicológicos en la investigación científica es puesta de relieve por Davies (1965, pp. 11-12) en los siguientes términos:

"¿Cuál es el origen de una teoría científica? Es esta una pregunta que ha ocasionado mucha especulación y discusión. Parece no haber respuesta simple: sólo podemos decir que una teoría surge de un salto de la imaginación, de la inspiración, o del 'enfoque creativo'. Las teorías son generalizaciones y unificaciones, y como tales no pueden seguirse lógicamente sólo de nuestras experiencias de unos cuantos eventos particulares... Ellas proporcionan lo que Einstein llamó una 'comprensión simpática de la experiencia' sobre cuyo fondo, por un salto intuitivo de la imaginación, puede desarrollarse una generalización. Y, como se ha dicho mucho, puede planearse una investigación, pero no un descubrimiento".

Es tan notable el papel que juegan esos "saltos intuitivos de la imaginación" en los descubrimientos científicos que Morris (1966, pp. 76-80) ha llegado a hacerse la pregunta de si la ciencia es realmente científica.

BIBLIOGRAFIA

- Bachrach, A. J. *Psychological Research* (3rd. ed.) New York: Random House, 1972.
- Barratt, P.E.H. *Fundamentos de los métodos psicológicos*. México: Editorial Limusa, 1974.
- Bernard, C. *Introducción al estudio de la medicina experimental*. Barcelona: Editorial Fontanella, 1976.

- Beveridge, W. I. B. *El arte de la investigación científica*. Caracas: Universidad Central de Venezuela, 1966.
- Davies, J. T. *The Scientific Approach*. New York: Academic Press, 1965.
- Hempel, C. G. *Filosofía de la Ciencia Natural*. Madrid: Alianza Editorial, 1973.
- Hyman, R. *Carácter de la investigación psicológica*. México: UTEHA, 1972.
- Lorenz, K. *The Comparative Method of Studying Innate Behavior Patterns*. Cambridge: Cambridge University Press, 1950.
- McGuigan, F. J. *Experimental Psychology: A Methodological Approach*. New Jersey: Prentice-Hall, 1968.
- Morris, I. "Is Science Really Scientific?". *Science Journal*, 2(12): 76-80. Dec. 1966.
- Peters, R. S. (ed.) *Brett's History of Psychology*. New York: Humanities Press, 1962.
- Salmon, W. *Lógica*. México: UTEHA, 1965.
- Skinner, B. F. "A Case History of Scientific Method". *American Psychologist*, 11: 221-233, 1956.
- Stebbing, L. S. *A Modern Introduction to Logic*. New York: Harper Torchbooks, 1961.