

EPISTEMOLOGÍA DEL TEST DE HIPÓTESIS

Doctor FRANCISCO JAVIER DÍAZ-LLANOS SÁINZ-CALLEJA
Departamento de Medio Ambiente. M.C.I. (INIA)
Laboratorio de Estadística Ambiental
jdllanos@inia.es

Doctor LUIS MARTÍNEZ DE VELASCO
Profesor Titular de Filosofía del Instituto Silverio Lanza

Doctora CARMEN CERMEÑO CARRASCO
Ex-profesora e investigadora científica de la
Universidad Técnica de Munich y Libre de Berlín
Referee de artículos en dichas Universidades

Doctor GUILLERMO CALLEJA LEAL
Profesor Asociado de Historia
de la Universidad Antonio de Nebrija

RESUMEN

El objetivo de este artículo es el de exponer una síntesis sobre el tema filosófico del **test de hipótesis** basada en la **N científica**, así como el de mostrar un breve comentario sobre el **empirismo** y el **racionalismo**.

Desde nuestro punto de vista, consideramos que dicha síntesis titulada: «**Epistemología del test de hipótesis**» es básica para que los investigadores que no pertenecen al área de conocimiento de la **Estadística** puedan aproximarse, sin ningún temor, al tema de la **Inferencia Estadística** haciendo uso de la **Matemática**.

PALABRAS CLAVE

La N científica; Nivel de significación; Empirismo; Racionalismo.

SUMMARY

In this paper, a epistemological study on «Hypothesis Test» has been carried-out, by using Scientific-N besides, both: -empiricism and rationalism concepts-, as

analysis, tools the results indicate that-particularly-for «concrete types establishment», the best alternative appears to be the empirist option. The universality, accuracy, as well as, others aspects of this study are discussed.

KEYWORDS

Scientific-N; Significance level; Empiricism; Rationalism.

INTRODUCCIÓN

Es incuestionable, al menos para cualquier investigador científico, que el libro de Sir Karl. R. Popper, que trata sobre la filosofía de la ciencia, no sólo es uno de los más importantes, sino también el más difundido. Digo uno de los más importantes, puesto que no hay que descartar los libros de Henri Poincaré (1854-1912) [Matemático, físico, astrónomo y filósofo] (1), Marx. W. Wartofsky (2), Carl. G. Hempel (3)], etc. En cuanto concierne a la difusión del libro de Sir Karl. R. Popper no tenemos más que recordar que dicho libro ha sido escrito —de forma cronológica— en alemán (1935), inglés (1959), castellano (1966), italiano (1970) y francés (1973, 1984).

La versión escrita en francés en el año 1984 (4) contiene una revisión de la escrita en 1973.

Los títulos de los libros de Sir Karl. R. Popper en los idiomas ya mencionados con anterioridad son:

Alemán:	<i>Logik der Forschung.</i>
Inglés:	<i>The Logic of Scientific Discovery.</i>
Castellano:	<i>Lógica de la Investigación Científica.</i>
Italiano:	<i>Logica della Scoperta Scientifica.</i>
Francés:	<i>La Logique de la découverte scientifique.</i>

No obstante, a pesar que el libro de Sir Karl. R. Popper trata el tema del **test de hipótesis**, nosotros vamos a exponer una síntesis adaptando algunos contenidos del mismo e incorporando otros que consideramos necesarios para el mejor entendimiento de la **Inferencia Estadística**.

En última instancia, recomendamos a los investigadores científicos que, antes de introducirse al tema del **test de hipótesis**, haciendo uso de la **Matemática**, lean después de esta síntesis titulada: «**Epistemología del test de hipótesis**» los libros de Andrés Rivadulla (5) y de Angustias Vallecillos Jiménez (6), ya que les facilitará aún más el entendimiento del **test de hipótesis** bajo el contexto de la **Matemática**.

Metodología

La metodología que vamos a exponer a continuación la desarrollamos en ocho fases:

- **Primera fase:** La N científica.
- **Segunda fase:** Necesidad de las hipótesis.
- **Tercera fase:** Función de las hipótesis.
- **Cuarta fase:** Test de hipótesis.
- **Quinta fase:** Nivel de significación (umbral crítico de decisión).
- **Sexta fase:** ¿Empirismo o racionalismo?
- **Séptima fase:** Aplicaciones de la N científica en el **Análisis de Datos**.
- **Octava fase:** Algunas reflexiones a favor del empirismo para la segmentación de la realidad empírica.
- **Novena fase:** El proceso de recogida de la información bajo un planteamiento empírico.

PRIMERA FASE: LA N CIENTÍFICA

Todo problema científico o toda solución científica presupone implícitamente un determinado esquema filosófico, una cierta toma de postura frente a problemas de tipo tan general como el de si la ciencia nos da una imagen exacta del mundo o más bien una imagen deformada y simbólica; si existe una realidad última incognoscible o bien si la ciencia, en su desarrollo, puede abarcar todos los sentidos posibles de la realidad; si un planteamiento científico debe limitarse a reproducir la realidad tal y como se presenta al observador o si debe ir más allá y construir las condiciones lógico-formales correspondientes a todo tipo de realidad, etc.

Estas cuestiones, que forman el ámbito filosófico de la ciencia, el trasfondo que subyace a sus planteamientos y preguntas concretas, deben ser puestos de manifiesto en la medida en que en ellas reside la orientación de las líneas fundamentales de la ciencia y, por tanto, el modelo último al que, tal vez sin saberlo, responde toda investigación concreta.

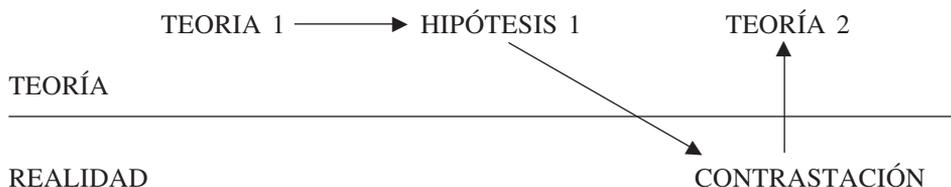
Si es cierto, como dice Albert Einstein —Premio Nobel de Física en 1921 por su interpretación del efecto luminoso mediante su teoría cuántica—, que los principios de toda teoría científica residen en los pensamientos y las ideas, y no en las fórmulas, parece necesaria una reflexión sobre las ideas filosóficas que sostienen el edificio de la ciencia, tanto más cuanto que la disparidad de criterios que existe actualmente responde a dos modos de entender el conocimiento científico. Hoy por hoy (formulado esquemáticamente) existen dos posturas científicas: el racionalismo y el empirismo.

¿En qué consiste la diferencia?

Ser racionalista hoy día implica estudiar los fenómenos de la realidad como casos concretos y aproximativos de alguna ley de probabilidad previamente propuesta. El racionalista, pues, no parte «de cero» construyendo una teoría a la vista de los fenómenos concretos e intentando ajustarla a cada paso, sino de una posición justamente inversa: a partir del desarrollo analítico (puramente conceptual) de una serie de conceptos, acercarse a la realidad intentando captar si —y hasta qué punto— coincide la teoría con la realidad a estudiar. Según el modelo racionalista, la teoría genera una

serie de hipótesis que sirven de guía (de ahí que se hable de hipótesis heurísticas) para un tipo de realidad que no tiene por qué darse en la observación. El racionalista, pues, responde a esta figura:

Figura 1



Un ejemplo de racionalismo lo constituye el método científico inaugurado por Johannes Kepler (1571-1630) [Astrónomo, matemático y fundador alemán de la óptica geométrica; es, junto a Sir Isaac Newton (1643-1727) (Físico, matemático y astrónomo inglés) y Galileo Galilei (1564-1642), uno de los más notables investigadores de la Naturaleza de los comienzos de la Edad Moderna].

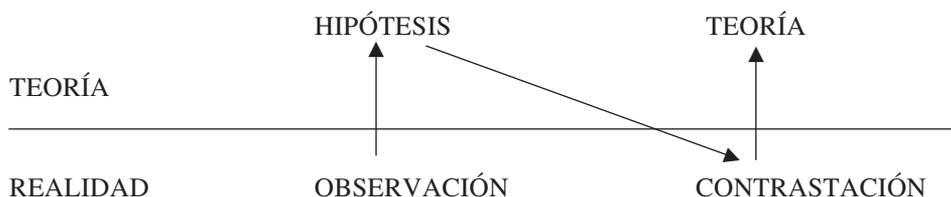
Las ciencias de la Naturaleza deben a Galileo Galilei la fundamentación del método inductivo. Formuló partes esenciales de la ley de la inercia [ley de la inercia de Christian Huyghens (Matemático, físico y astrónomo holandés)].

La hipótesis del movimiento de la Tierra no proviene de la observación, sino de toda una **teoría matemática** que le da sentido a tal hipótesis. Al contrario, la información que nos daban los sentidos debía ser puesta entre paréntesis y **corregida** en base a la **Matemática**.

Muy distinto es el punto de partida del empirista. Al empirista le interesa conocer los fenómenos reales, tal y como se presentan a la observación, sin suponer ni añadir nada. Siempre será mejor, dirá el empirista, conocer el comportamiento real de los fenómenos que introducir un aparato lógico-formal, cuya única misión es aclarar las conexiones teóricas imprescindibles para pensar los fenómenos, para que, por lo mismo, hace sustituir la observación del fenómeno por una simple **ficción teórica**.

La figura a la que correspondería el empirismo sería:

Figura 2



Si la realidad y la teoría se encuentran en un desajuste fuerte (es decir, si la pérdida de exactitud no compensa la ganancia en universalidad que propone el racionalista), el método empirista resulta ser más objetivo. Al contrario, si el desajuste es débil. De cualquier manera, la **decisión** sobre la magnitud del desajuste (hasta cuándo se puede considerar débil y a partir de qué valor puede ser considerada fuerte) es algo que compete al propio científico, quien ha de colocar, antes de la observación, lo que puede denominarse **el punto crítico del valor del desajuste entre teoría y realidad**. Esta decisión constituye el trasfondo filosófico de todo lo relacionado con las hipótesis, sobre las que vamos hablar ahora.

SEGUNDA FASE: NECESIDAD DE LAS HIPÓTESIS

Si nos fijamos en las dos figuras que han sido utilizadas para la ejemplificación de los modelos empirista y racionalista que se dan en la ciencia, observaremos que en ambas existe un elemento cuya importancia reside, con toda seguridad, en definir precisamente la esencia del método científico, demarcándolo tanto del conocimiento ingenuo, no sistemático, por un lado, como por otro, de toda especulación metafísica.

El conocimiento ingenuo no aspira a la sistematización de lo conocido, a la universalización de sus conclusiones: se limita a descubrir lo que ha observado sin más. De ahí que no utilice ningún tipo de hipótesis. La especulación metafísica, por su parte, se limita a una reflexión, puramente teórica, sobre un contenido determinado, sin preocuparse mucho sobre la verificación en la realidad de lo afirmado en sus premisas.

Prescinde de hipótesis verificables. Y bien, ¿qué son las hipótesis y cómo definen la esencia del conocimiento científico?

Contestar esta pregunta implica, como es evidente, la introducción al tema de la necesidad de las hipótesis. Las hipótesis son necesarias para la ciencia, ya que el conocimiento ingenuo **no emite hipótesis en absoluto**, mientras que la especulación metafísica sí emite un cierto tipo de hipótesis, **pero prescinde totalmente de su verificación en la realidad**.

Parece, pues, que la hipótesis es un elemento que debe ser verificado, es decir, que se define, entre otras cosas, por la necesidad de ser contrastado con la realidad empírica.

La definición de hipótesis no debe limitarse a su etimología (del griego **hypo-téce-mi**: suponer) sino que debe recoger aquella característica que la define como el fundamento del método científico. No toda suposición es una hipótesis; sólo aquella que cumple un doble requisito: **universalidad** y **contrastabilidad**. Quiere decirse, por tanto, que sólo cabe hablar de hipótesis cuando el científico afirma que la característica observada de una serie de objetos existe en la **totalidad** de esos objetos, esto es, supone que los objetos observados son **homogéneos** y responden normativamente a la **clase universal**, a la que los objetos observados pertenecen. Otra forma de decir lo mismo es afirmar que la hipótesis **debe ir más allá de lo observado empíricamente**, colocándose a un nivel superior que englobe la totalidad de los objetos observados.

Decir, por ejemplo, que todos los cuervos observados hasta el momento son negros no es emitir ninguna hipótesis, sino, simplemente, constatar una observación.

Pero si yo afirmo que todos los cuervos (es decir, también los no observados, los cuervos futuros, etc.) son negros, suponiendo que la clase entera de los cuervos posee aquella característica observada en alguno de ellos, es decir, si yo verifico el salto de «alguno» a «todos», entonces estoy emitiendo una hipótesis. Del segundo requisito, la **contrastabilidad**, hablaremos más adelante. Sólo decir que no es posible considerar hipótesis aquella afirmación que no pueda de modo alguno ser remitida a la experiencia, dado que la finalidad de tal afirmación es, precisamente, decirnos algo sobre el mundo real, lo cual hace indispensable la posibilidad de ser comparada con el mundo del que afirma o niega algo.

Tal es, en líneas generales, la esencia de la hipótesis: una afirmación que, yendo más allá de la experiencia concreta, pueda ser remitida y contrastada con ella. Sin embargo, dos son los problemas filosóficos fundamentales que acompañan a la formulación de hipótesis. De su solución, sin duda, el tipo de ciencia que se hace y la viabilidad de unos u otros planteamientos científicos.

TERCERA FASE: FUNCIÓN DE LAS HIPÓTESIS

El primer problema con que se enfrenta la emisión de hipótesis es el problema de su función. Si admitimos que sin hipótesis no cabe hablar de ciencia, hemos de preguntarnos cuál es la función que cumple el método científico. El problema es complejo y requiere tener en cuenta la distinción con que comenzó esta introducción entre el empirismo y racionalismo, ya que la función de la hipótesis es algo distinta en uno y otro caso. En el empirismo (ver Fig. 2), la función de la hipótesis es doble: por un lado, resume y universaliza una serie de observaciones sobre la realidad empírica: es el paso de «algunos» a «todos» mencionado en el ejemplo de los cuervos negros. Pero, por otro lado, la hipótesis cumple la función de punto de partida para la verificación de la experiencia en el sentido de **definir qué es lo que se quiere verificar**, preparando, por así decir, las condiciones bajo las que tendrán lugar nuevas observaciones. La hipótesis, pues, juega el papel de engarce entre la observación y la contrastación, sirviendo de resumen y de plataforma a la observación empírica. Así tenemos:

OBSERVACIÓN 1	HIPÓTESIS	OBSERVACIÓN 2
Algunos	Todos	(Contrastación)
	Si todos.....	Estos.....

En el racionalismo (ver Fig. 1), la función de la hipótesis es algo más complicada por cuanto su origen no reside en la observación, sino en toda una teoría en la que la hipótesis en cuestión se adquiere mediante **deducción**. La hipótesis, en este caso, sirve como engarce entre la teoría previamente establecida y una realidad empírica no explicada directamente por dicha teoría. La hipótesis viene así a definir bajo qué condiciones pueden ponerse en contacto la teoría y la realidad, haciendo algo así, como una labor de «puente» entre una y otra.

¿Cuál es, entonces, el problema de la función de la hipótesis? Si adoptamos el modelo empirista, el problema puede resumirse así: aceptamos que el origen de las hipótesis sea la observación empírica, con lo que su función consistiría únicamente en resumir y universalizar lo observado empíricamente.

Sin añadir ningún elemento teórico. Bien, siendo esto así, ¿cómo lograr ir más allá de la experiencia en el sentido de encontrar nuevos niveles de realidad ausentes en la mera observación empírica?

Si se ha dado una evolución en la ciencia (e innegablemente se ha dado) tendente a construir nuevos tipos de realidad no accesibles a la observación empírica, ¿cómo hacer compatible tal evolución con la exigencia de carácter de simple resumen de las hipótesis? Aquí cabe decir que no todas las ciencias se encuentran en el mismo grado de desarrollo, pero, aún así, siempre es posible plantearse la cuestión de si el descubrimiento de la rotación de la Tierra, por ejemplo, hubiera sido factible en el seno del modelo empirista, donde las hipótesis sólo podían funcionar como resúmenes de observaciones empíricas y, en todo caso, nunca en contradicción con ellas. La cuestión, en definitiva, es saber si la observación ingenua arrastra una serie de prejuicios (científicos o no) que transmite, por así decir, a la hipótesis, lo cual hace que la ciencia se aleje de la verdad extraordinariamente.

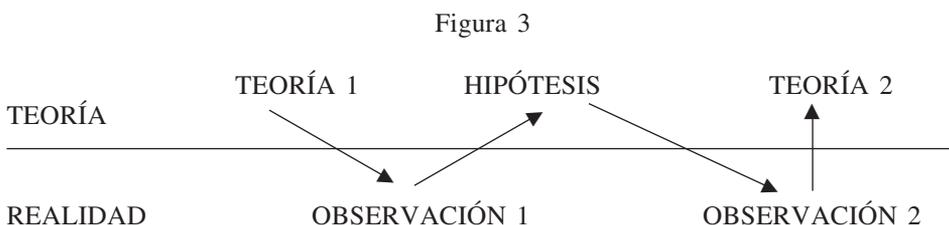
Adoptando el modelo racionalista, el problema posee otra naturaleza. La cuestión aquí reside en que el carácter deductivo, esto es, puramente conceptual de la hipótesis, no sólo hace que ésta no exista en función de su correspondencia con la realidad, sino que incluso le confiere el poder de deducir bajo qué condiciones debe darse la realidad empírica para poder ser contrastada con la hipótesis. Se trata, como vemos, del problema inverso al que pretendía el modelo empirista. El empirismo hace depender la hipótesis de la observación ingenua. El racionalismo «prepara», por así decir, la observación en el sentido de hacerla compatible con la hipótesis.

Si el riesgo del empirismo era la detención del conocimiento científico, el racionalismo puede llegar a desembocar (como ha sucedido más de una vez) en un idealismo especulativo, donde se hablaba de todo menos del mundo realmente existente sólo por el hecho de que éste no «encajaba» en el cuerpo de hipótesis.

La ciencia, por supuesto, no cae en ninguna de estas dos exageraciones. Por un lado, sabe que las hipótesis no se originan **exclusivamente** de la experiencia y teoría previamente existente.

Este es el sentido en que la ciencia actual es racionalista.

Por otro lado, sin embargo, es plenamente consciente de que toda hipótesis adquiere su valor en la medida en que tiene éxito a la hora de ser contrastada con la realidad empírica, sin lo cual la ciencia dejaría de serlo y pasaría a engrosar el número de metafísica que hubo y hay en el mundo. Tal vez la Figura 3 resuma con claridad lo expuesto hasta aquí.



El componente más o menos empirista de una ciencia vendría dado por el mayor o menor acercamiento a la observación 1, pero siempre teniendo en cuenta el carácter de **compromiso** entre teoría y realidad empírica.

CUARTA FASE: TEST DE HIPÓTESIS (CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS)

Tal vez sea éste el más agudo problema de las hipótesis.

Parece claro que la hipótesis debe poder ser contrastada, hasta el punto de que la contrastabilidad constituye la piedra de toque de las hipótesis. Sin embargo, la cantidad de problemas filosóficos en este sentido es, realmente, insoslayable.

He aquí algunos: ¿cuándo se puede considerar verdadera una hipótesis?, ¿cuál es el margen de error que puede permitirse una hipótesis para ser aceptada y en base a qué criterio se establece tal margen de error?, ¿cómo elegir entre dos hipótesis contrarias cuya probabilidad de acierto sea idéntica?, ¿qué hacer con las hipótesis aún no contrastadas pero que poseen una indudable fuerza lógica?

Definamos primero algunos términos epistemológicos. Se llama **contrastar una hipótesis** al hecho de comprobar el enunciado que representa con la realidad empírica sobre la que versa tal enunciado. Decir «está lloviendo» sólo puede ser contrastado observando si efectivamente llueve. Cuando una hipótesis coincide con la realidad, decimos que tal hipótesis ha sido **corroborada**: sino coincide, ha sido **falseada**. Conviene advertir que mientras la corroboración no es nunca definitiva, en el sentido en que una hipótesis puede estar más o menos corroborada, pero sin llegar a una situación donde no sea necesaria ya la contrastación, la **falseación**, en cambio, si es definitiva: una sola prueba en contra puede derribar una hipótesis. Para que la hipótesis «todos los x son y » sea declarada falsa basta con que una x no sea y . La ciencia tiene por objeto emitir hipótesis verdaderas, esto es, que pasen con éxito la prueba de la contrastación. Para ello, tiene que colocarse en una difícil situación: ha de intentar que sus hipótesis no sean falseadas, pero ha de procurar, por otra parte, que tal falseabilidad sea posible.

Pues si se utilizan estratagemas analíticas, como puede ser la previa estipulación del significado de los términos o bien la indeterminación de la hipótesis conteniendo los casos previstos y sus contrarios, se obtendrán hipótesis no falseadas ciertamente, pero no por haber salido con éxito de su contrastación con la realidad empírica, sino por la imposibilidad misma de tal contrastación.

Un ejemplo de la primera estratagema podría ser la ley «todos los cuervos son negros», la ley que no es falseada por cuanto es negado el carácter del cuervo a toda ave que no sea negra. La imposibilidad de encontrar cuervos no negros no sería una imposibilidad empírica, sino estrictamente **lógica**.

Un ejemplo de la segunda estratagema sería afirmar «todos los cuervos son negros o de cualquier otro color». Previendo su falseación, la ley se extiende hasta el punto de ser absolutamente infalseable.

Estratagemas al margen, lo cierto es que la pregunta de cuándo se puede considerar verdadera una hipótesis se ha de contestar así: si queremos decir **definitivamen-**

te verdadera, la contestación es nunca. Lo más que se puede afirmar en este sentido es que una hipótesis sólo puede llegar a un grado **relativo** de verdad, verdad que está en función no sólo de una revisión continua, buscando (paradójicamente) la falseación, sino en función de cualquier otra hipótesis que puede englobar a la primera o demostrar más coherencia lógica o mayor éxito en la contrastación.

Tal es, pues, la naturaleza de las hipótesis científicas, pertenezcan al modelo racionalista o al empirista: una hipótesis ha de ser contrastable y, por tanto, su falseación debe ser posible. Ahora bien, se ha dicho que para que la hipótesis «todos los **x** son **y**» sea declarada falsa es suficiente con encontrar una **x** que no sea **y**, dado que una sola falseación es, por así decir, definitiva. Sin embargo, tal criterio sitúa a la ciencia en una alternativa inquietante: no existe ley científica que no haya sido falseada alguna vez. Según eso, ninguna hipótesis científica debería ser considerada verdadera.

¿Qué hacer es este caso? La solución ha de provenir de la reflexión filosófica sobre los instrumentos científicos, esto es, de la epistemología. Y la epistemología, a la vista del peligro resultante de mantener estrictamente el criterio de la falseación (una sola falseación derriba una hipótesis), debe introducir el concepto de **margen de error**. Tal margen de error viene a relativizar la falseación, a introducir en la hipótesis un mecanismo por el cual **ciertas magnitudes**, aunque erróneas, permitan la existencia de la hipótesis como verdadera.

Un margen de error de 10 metros, por ejemplo, es perfectamente admisible en una hipótesis que nos diga dónde puede caer un objeto lanzado desde un avión que vuela a gran distancia del suelo y a gran velocidad. El mismo margen de error en una hipótesis que intenta calcular una longitud en centímetros es obviamente inadmisibile. Ahora bien, el concepto de margen de error, si bien soluciona un tipo de problema (ya que nos permite considerar como verdadera una hipótesis aunque sea inexacta, con tal que su inexactitud no rebasa ciertos límites), nos coloca en una problemática epistemológica distinta, resumida en la pregunta sobre el **criterio** que se ha de seguir para la consideración de las hipótesis falseadas y tenidas, sin embargo, como verdaderas.

QUINTA FASE: NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (UMBRAL CRÍTICO DE DECISIÓN)

Vemos, por tanto, que la relativización del carácter verdadero de las hipótesis, proveniente de la introducción del margen de error admisible, viene a problematizar el criterio a seguir, ya que si tal criterio no puede ser impuesto por la realidad empírica, debe provenir, en todo caso, del científico mismo. La cuestión reside en preguntarnos si ello no equivale a una **subjetivización** excesiva del conocimiento científico, **en función de la cual se encuentra la realidad empírica**. En virtud de esta subjetivización, una misma realidad sería calificada de dos maneras distintas y aún contradictorias.

Supongamos una hipótesis inicial o **nula**, por ejemplo: «**x** sabe música». ¿Cómo contrastar esa hipótesis? Sin duda alguna —se contrastará— comparándola con la realidad empírica, es decir, comprobando si en efecto **x** sabe música. Tal sería el punto de vista empirista, que da por supuesto que la realidad es perfectamente cognoscible sin introducir elementos teóricos.

Ahora bien, supongamos que el criterio utilizado para dar por verdadera la hipótesis nula es el hecho de poder silbar una canción simple. Nos quedaría, por tanto, que «x sabe música porque se ha comprobado que puede silbar una canción simple».

Un director de orquesta, sin embargo, consideraría falsa esta hipótesis mediante la argumentación de que saber música es mucho más que poder silbar sin desafinamiento una canción.

Para un director de orquesta, «saber música» consiste en distinguir un compositor de otro o una pieza de otra. Si tal fuera el criterio, x, que no distingue un Bach (nos referimos al músico) de un Beethoven, no sabría música. Aún menos sabrá para quién hiciera consistir el criterio de contrastabilidad de la hipótesis nula en la capacidad de componer una canción.

¿Cuál es el problema? Parece que el que x sepa o no sepa música depende de dónde se coloque el **umbral crítico de decisión**, cuya decisión va a estar en función del **nivel de significación**, es decir, la probabilidad de decidir la hipótesis alternativa (contra hipótesis), siendo la hipótesis nula verdad.

Supongamos que en nuestro caso particular hemos construido tres umbrales críticos de decisión, los cuales están íntimamente asociados con tres **niveles de significación**.

- a) es capaz de silbar una canción.
- x sabe música si..... b) es capaz de distinguir un autor de otro.
- c) es capaz de componer una canción.

¿Quién coloca el **umbral crítico de decisión**? ¿Por qué (es decir, en base a qué criterio) colocarlo en un lugar determinado? ¿Es falsa simplemente la hipótesis nula una vez situados en **umbral crítico de decisión**? ¿O debería, más bien, estar contenido como margen de error?

He aquí algunos de los problemas que circundan el tema de la hipótesis, una vez **relativizado** su carácter de verdad. Y ello trae como consecuencia una característica fundamental en la ciencia: conocer un objeto puede no coincidir con su descripción empírica (con ser ésta de inestimable valor), sino que se ha de ir más allá y captar, de entre todas las hipótesis posibles, **aquéllas que tengan mayor probabilidad de ser la más adecuada**.

Ello quiere decir: a) que la realidad no resulta conocida por el mero hecho de ser descrita, o lo que es igual, que la **explicación** de la realidad corre a cargo de las hipótesis, esto es, construcciones teóricas que intentan abarcar la realidad empírica; b) que la realidad no admite una, sino varias hipótesis, o lo que es igual, que la realidad es compleja y **multidimensional**.

De ahí que las tareas propiamente epistemológicas (como, por ejemplo, todo lo concerniente al **nivel de significación** o a la comparación entre la hipótesis nula y la hipótesis alternativa) adquieren, en este sentido, una importancia primordial y ocupan, en no pocas ocasiones, el centro de atención de los científicos.

SEXTA FASE: ¿EMPIRISMO O RACIONALISMO?

Este es el dilema en que se debaten las ciencias de nuestro cuño (las que tienen menos de un siglo de existencia), dilema cuya naturaleza pertenece, sin duda, a la especie filosófica. En efecto, no sólo el estudio de la realidad **no puede** dar respuesta al problema es si aceptar (y en qué medida) un modelo empirista o racionalista, sino que, por el contrario, la respuesta a este problema es la que **posibilita** tal estudio.

Para situar esta problemática hemos de recordar lo que se decía en la **primera fase**: la N científica.

Decíamos que el racionalismo aspiraba a la **universalidad** en el sentido de ligar toda nueva observación sobre la realidad empírica a todo un cuerpo científico previamente aceptado.

En este sentido las hipótesis-puente utilizadas por el racionalista permiten conocer la realidad provistos de un bagaje de conceptos que la interpretan en términos teóricos.

La universalidad proveniente, precisamente, de tales conceptos, los cuales prestan el marco conceptual por el cual las observaciones aisladas adquieren un nuevo sentido.

El empirismo, en cambio, prescindía lo más posible de las hipótesis [Sir Isaac Newton (1643-1727), Físico, matemático y astrónomo inglés, en 1666 enunciaba su ley de la gravitación. Ésta es una ley derivada de las leyes de Johannes Kepler del movimiento de los planetas]. Esta ley permitió la interpretación cuantitativa de las leyes de Johannes Kepler: «Ego hypothesis non fingo») e intentaba sacrificar la universalidad de las hipótesis por la **exactitud** en el conocimiento de la realidad. Quiere decirse, pues, que si las hipótesis son construcciones mentales que se interponen entre el científico y la realidad a estudiar y constituyen, por tanto, instrumentos útiles pero **distorsionadores**, lo mejor será estudiar la realidad tal y como se nos presenta, sin perjuicio ni adicciones.

¿Qué hacer entonces? Dando por supuesto que ninguno de los dos modelos se dan en su sentido puro (no hay hipótesis que no suponga una previa observación ni una observación que no se apoye, de alguna manera, en una hipótesis, lo único que cabe concluir es que los inicios de una ciencia deben adoptar una morfología empirista hasta conseguir una dosis de evidencia empírica lo suficientemente vasta como para permitir el paso de las hipótesis y las teorizaciones más universales.

SÉPTIMA FASE: APLICACIONES DE LA N CIENTÍFICA EN EL ANÁLISIS DE DATOS

Los investigadores encontrarán aplicaciones concretas de la N científica en el **Análisis de Datos** en (7, 8).

OCTAVA FASE: ALGUNAS REFLEXIONES A FAVOR DEL EMPIRISMO PARA LA SEGMENTACIÓN DE LA REALIDAD EMPÍRICA

Jean Paul Benzécri (9) [fundador y presidente del comité científico —integrado por 30 investigadores— de la revista trimestral *Les Cahiers de l'Analyse des Données*, publicados por el Laboratorio de Estadística de la Universidad Pierre-et-Marie-Curie y por la Asociación para el Desarrollo y la Difusión del **Análisis de Datos** (con el concurso del Centro Nacional de la Investigación Científica). Aunque el número 1 de esta revista fue editado por Dunod en 1981, existe desde el año 1976] en su **primer principio** del **Análisis de Datos** pone de manifiesto que las hipótesis distribucionales tales como, por ejemplo, la hipótesis de la ley de Laplace-Gauss Multidimensional, jamás se cumplen en la práctica.

Fco. Javier Díaz-Llanos (10, 11, 12, 13) —Investigador Titular de los OPIS—, Luis Martínez de Velasco —Profesor de Filosofía—, y Carmen Cermeño Carrasco —ex profesora de Citogenética en las Universidades de Munich y Libre de Berlín, así como referee de artículos en dichas Universidades— han estado reflexionando durante un período dilatado de tiempo (1979-2007), sobre los problemas filosóficos referentes a la Investigación y al Método Científico. En esencia dicen que están a favor del **realismo crítico**, es decir, están totalmente de acuerdo con el **primer principio** del **Análisis de Datos** propuesto por Jean Paul Benzécri (9). Añaden que para resolver con éxito los problemas que plantea la práctica de naturaleza **multidimensional** es preferible la pérdida de la **universalidad** a favor de la ganancia en **exactitud** y, además, a pesar de la opinión de ciertos investigadores, recomiendan que tanto el estadístico como el conocedor de los **datos empíricos** tienen que trabajar conjuntamente desde el principio hasta el fin del desarrollo de la estrategia metodológica. Ésta se irá adaptando de acuerdo con los consejos de los conocedores de los **datos empíricos** con el fin de llevar con éxito la interpretación de los mismos.

Tanto Carl. G. Hempel (3) como Jean Paul Benzécri (9) abordan el problema de la Taxonomía, el primero de forma exclusivamente filosófica y el segundo haciendo uso de la **Matemática** (Álgebra Tensorial y Geometría). Ambos coinciden en desterrar las hipótesis distribucionales para llegar con éxito a los problemas de la segmentación de la realidad empírica (12). No hemos de olvidar que, de los **cinco principios** propuestos por Jean Paul Benzécri (9), el **segundo** es que no hay que anteponer el modelo a los datos.

NOVENA FASE: EL PROCESO DE RECOGIDA DE LA INFORMACIÓN BAJO UN PLANTEAMIENTO EMPÍRICO

Esta fase es básica para llevar a cabo —con rigor científico—, basándonos en la **Matemática** (Álgebra y Geometría), la segmentación de la realidad empírica (12).

Cuanto más se aproxime la información recogida —fuera de hipótesis distribucionales *a priori*— haciendo uso de la **Matemática** (Análisis Estadístico Multidimensional Lineal), al universo que queremos segmentar, más probabilidad tendremos, por un lado, de que las clases obtenidas sean homogéneas y, por otro, de que entre éstas, exista la mayor discriminación posible.

Para el tratamiento de esta fase se recomienda —especialmente— el libro de Ketele y Roegiers (14), la razón es que creemos que éste proporciona el camino más certero en cuanto a la recogida de la información.

LIBROS ACONSEJADOS SOBRE EL TEST DE HIPÓTESIS BAJO UN CONTEXTO MATEMÁTICO

Por último, una vez concluida la **reflexión filosófica**, nos permitimos recomendar varios libros —de gran rigor científico y muy didácticos— (15, 16, 17, 18 y 19) para el **tratamiento y estudio del test de hipótesis** de una manera **puramente matemática**.

AGRADECIMIENTOS

El Doctor Francisco Javier Díaz-Llanos agradece a Luis Martínez de Velasco, Carmen Cermeño Carrasco y Guillermo Calleja Leal, el gran apoyo moral e intelectual que han aportado desde el principio hasta el fin en este estudio sobre la **epistemología del test de hipótesis**.

Asimismo, hago una especial mención al Doctor Luis Martínez de Velasco por haberme apoyado desinteresadamente durante un período dilatado de tiempo (1983 a 2008) sobre los temas asociados a la filosofía de la ciencia. Sin duda alguna sin él no habría sido posible la realización de los trabajos (10, 11, 12).

La Doctora Carmen Cermeño Carrasco ha intervenido en la mejora del tratamiento filosófico sobre el método científico contenido en (13).

El Doctor Guillermo Calleja Leal, aparte de haber intervenido en este artículo, me ha estado aconsejando desde 1991 hasta 2008 sobre formas de exposición de los artículos que he estado realizando sobre temas diversos de estadística.

Finalmente, agradezco a mi amigo y compañero del Departamento de Medio Ambiente, Javier Pro, por haberme sugerido ciertos cambios en la redacción del artículo.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Poincaré, H. (1968): *La science et l'hypothèse*. Flammarion, Paris.
- (2) Wartofsky, M. W. (1973): *Introducción a la filosofía de la ciencia*. Tomo II. Editorial Alianza Universal. Madrid.
- (3) Hempel, C. G. (1965): *Aspects of scientific explanation and other essays in the philosophy*. Free Press, A Division of the Macmillan Company.
- (4) Popper, K. R. (1984): *La lógica de la descubierta científica*. Traducido del inglés por Nicole Thyssen-Rutten et Philippe Devaux. Préface de Jaques Monod. Premio Nobel, Editorial Payot, Paris.
- (5) Rivadulla, A. (1991): *Probabilidad e Inferencia Estadística*. Editorial Anthropos.

- (6) Vallecillos Jiménez, A. (1996): *Inferencia estadística y enseñanza: un análisis didáctico del contraste de hipótesis estadístico*. Editorial Comares.
- (7) Box, E. P.; Hunter, J. S., y Hunter, W. (1988): *Introducción al diseño de experimentos, análisis de datos y construcción de modelos*. Editorial Reverté.
- (8) Bessonnat, Y. (1990): *Journées Modular. Applications industrielles de l'Analyse des Données. «Plans d'expériences: une méthode rationnelle et peu coûteuse pour connaître l'influence des différentes variables sur un phénomène donné»*. 14-15 juin. Lannion-Tre-gastrel.
- (9) Benzécri, J. P. & collaborateurs (1973): *L'Analyse des Données. I. La Taxinomie. II. L'Analyse de Correspondances*. Paris, 363 p., 374 p.
- (10) Díaz-Llanos Sáinz-Calleja, Fco. J. (1979): *Investigación y método científico*. Memoria presentada para opositar a la Plaza de Especialista en Análisis de Datos Multidimensionales en el INIA.
- (11) Díaz-Llanos Sáinz-Calleja, Fco. J. (1985): *Realismo crítico en el Análisis de Datos Multidimensionales*. Tesis Doctoral: «Técnicas Multidimensionales para el estudio de la evolución del sector agrario y afines a nivel provincial». ETSI Agrónomos de Madrid.
- (12) Díaz-Llanos Sáinz-Calleja, Fco. J. (1991): *Criterios de segmentación de la realidad empírica: Juicios de valor y mediaciones técnicas*. Discurso de ingreso en la Real Academia de Doctores. Contestación del Excmo. Señor Don Francisco Michavila Pitarch. Depósito Legal: M. 40.021-1991, 27 pp.
- (13) Díaz-Llanos Sáinz-Calleja, Fco. J. (2002): *El análisis de datos en el cierre de ventas*. Editorial La Muralla, S. A. Editorial Hespéride, S. L.
- (14) De Ketele, J.-M.; Roegiers, X. (1995): *Metodología para la recogida de la información*. Editorial La Muralla, S. A.
- (15) Vogt, A. (1977): *Méthodes Statistiques, I*. Éditions Sirey.
- (16) Vogt, A. (1978): *Méthodes Statistiques, II*. Éditions Sirey.
- (17) Calero Vinelo, A. (1981): *Prueba de hipótesis*. Facultad de Economía. Universidad de La Habana. Ministerio de Educación Superior.
- (18) Lecoutre, J.-P.; Legait, S.; Tassi, Ph. (1987): *Statistiques. Exercices corrigés avec rappels de cours*. Masson.
- (19) Abboud, N., y Audroing, J. F. (1989): *Probabilités et Inférences Statistique*. Éditions Nathan.