

El método científico.

Taller de Investigación I

Fuente: Vargas-Mendoza, J. E. (2008). El Método Científico. México: Asociación Oaxaqueña de Psicología A.C.

El método científico.

Vargas Mendoza

El Método Científico se usa para construir el conocimiento científico acerca de la naturaleza. El conocimiento se incrementa mediante la observación cuidadosa y la inferencia lógica.

La observación, la inferencia y el conocimiento casi siempre se funden entre sí hasta un cierto grado. Por ejemplo, buena parte de lo que observamos en el mundo son cosas que reconocemos como familiares, observamos las cosas que ya conocemos. También, muchas de nuestras observaciones de los objetos en el mundo se han formado mediante inferencias, ya que la información que nos proporcionan nuestros sentidos es bastante superficial.

Aunque hay que reconocer que este conocimiento a través de la experiencia cotidiana y que frecuentemente está equivocado, funciona bien en muchas de nuestras actividades cotidianas.

En este documento, hablaremos de lo que es el Método Científico.

Empirismo y Racionalismo.

Los filósofos que creen que la experiencia es la fuente y la justificación última de todo lo que sabemos, son denominados como **empiristas**.

Algunos empiristas han visto a la experiencia como la proveedora de una modalidad superior de conocimiento, comparado con el conocimiento práctico cotidiano, un tipo de conocimiento que es infalible y cierto, un conocimiento perfecto (a estos les llamamos “empiristas extremos”).

Ha habido muy pocos empiristas extremos debido a que hay serios problemas para ejemplificar los casos donde la experiencia proporcione un conocimiento perfecto acerca del mundo. Estos problemas han sido tan severos que otros filósofos rivales han concluido que la experiencia por sí misma no puede, para nada, ser la fuente de un conocimiento perfecto.

De hecho, muchos empiristas aceptan que la experiencia necesita la ayuda de la razón para establecer el conocimiento del mundo. No obstante, la experiencia (aún con la ayuda de la razón), nunca puede establecer un conocimiento perfecto.

La alternativa de la experiencia es la razón y los filósofos que enfatizan el papel que tiene la razón en el conocimiento, se llaman **racionalistas**.

El método científico.



Algunos racionalistas, que buscan el conocimiento perfecto, solo emplearán la razón para encontrarlo, y los podremos denominar como “racionalistas extremos”. A su vez, la razón por sí misma no puede establecer ningún conocimiento perfecto acerca del mundo. Es por ello que hay muy pocos racionalistas extremos en la historia de la filosofía.

Muchos empiristas ven que necesitan la ayuda de la razón y muchos racionalistas aceptan que necesitan la ayuda de la experiencia, para lograr el conocimiento del mundo.

Si ambos enfoques se proponen alcanzar un conocimiento perfecto, entonces los dos fracasarán.

Muchos filósofos se alejan de este debate infructuoso y adoptan un compromiso con una postura que podría llamarse “**Empirismo Racional**” y que afirma que el conocimiento del mundo se produce cuando se combina el trabajo de la experiencia con el de la razón. No obstante, esta postura admite que un conocimiento perfecto nunca es posible.

El Método Científico no forma parte de, ni busca, un conocimiento perfecto. Por el contrario, el Método Científico es una herramienta que puede (y ha sido) modificada y mejorada, mediante su evaluación y uso regular.

Es más, aunque existe un método científico general, que explicaremos, cada una de las ciencias utiliza su propia versión específica del método científico, que le funciona mejor en su caso particular.

La Observación Científica.

Una persona realiza observaciones científicas cuando utiliza apropiadamente un instrumento (uno en el que confía la comunidad científica) para enfocar y/o medir cuidadosamente un objeto o un evento público (que puede ser observado por otros) y cuando esta persona obtiene un registro de su observación, mediante una descripción precisa (el objeto o evento se describe de una manera más formal que en el lenguaje ordinario, usando conceptos y categorías especiales, para hacer más posible distinguirlo y precisarlo).

El mejor tipo de observación científica es precisa y pública.

Cuando en una comunidad de científicos, todos ellos usan el mismo sistema de observación y están bien entrenados en él, entonces la comunidad ha establecido la posibilidad de lograr la **objetividad científica**: el conocimiento científico de los objetos y eventos naturales, mediante la experiencia.

Esta objetividad científica, que proporciona información confiable y práctica sobre los objetos y eventos, es el punto inicial del método científico y hace posible la ciencia.

El método científico usa la experiencia para producir conocimiento, pero no cualquier tipo de experiencia : solo experiencias de observación científica.

El método científico.



Por supuesto, la observación científica continúa siendo falible, aún cuando se tengan las mejores intenciones.

El mejor tipo de observación científica es altamente objetivo, en la medida que se pueda repetir y sea perdurable: que muchos científicos sean capaces de hacer la misma observación (o casi la misma, con un margen razonable de error), durante periodos largos de tiempo.

Una observación científica es sobre objetos naturales que existen en la realidad. ¿Cómo le hace el científico para saber que observa cosas verdaderas que realmente existen? El empirismo racional diría que una observación válida es una experiencia ayudada por la inferencia y el conocimiento.

El científico debe tener una experiencia con un objeto, que incluya sus “características identificables”. Para esto, el científico debe saber qué características identifican a ciertos fenómenos y buscar estas para identificarlas en los fenómenos y afirmar que pertenecen la misma clase. Esta inferencia podría estar equivocada (quizá otras cosas también tengan estas características), por lo que la observación científica continúa siendo falible, igual que el conocimiento.

El científico reduce la posibilidad de una identificación equivocada, al desarrollar pruebas rigurosas para diversas características, que identifiquen de manera única fenómenos particulares.

La ciencia hace una distinción útil entre las características de las cosas que dependen de que se observen (características “en perspectiva”) y las propiedades que existen independientemente de que se les observe (características “independientes”).

Las características en perspectiva sólo existen cuando algún organismo las percibe: colores, sonidos, sabores, texturas, etc. Las características independientes existen aún cuando no se les perciba, aunque naturalmente las detectamos usando nuestra percepción: curvas, masas, tamaños, etc.

También la ciencia hace una distinción útil entre las características en perspectiva que pueden observarse mediante la unidad de los sentidos (características “directamente observables”) y aquellas que solo se pueden observar mediante instrumentos mecánicos (características observadas “instrumentalmente”).

Finalmente, algunas características independientes solo se detectan por inferencias, a partir de otras características observadas instrumentalmente.

Consecuentemente, 5 clases de características son las que identifica la ciencia, de acuerdo con el método de su identificación:

1. Las características en perspectiva directamente observables (CPDO). Ejemplos: un químico identifica un mineral por su color; un ornitólogo identifica a un pájaro por su canto.
2. Las características en perspectiva instrumentalmente observables (CPIO). Ejemplos: el astrónomo que identifica una estrella roja gigante con su telescopio; el operador de un sonar submarino que identifica una embarcación por su sonido amplificado de la propela.

El método científico.



3. Las características independientes directamente observables (CIDO). Ejemplos: un paleontólogo identificando un hueso fósil por su forma; un oceanógrafo identificando una tormenta por la altitud de las olas.
4. Las características independientes instrumentalmente observables (CIIO). Ejemplos: un supervisor de pesos y medidas que utiliza un envase estándar de un litro para verificar el litro de gasolina que vende una gasolinera; un ingeniero que usa calibradores para medir el tamaño de alguna pieza de maquinaria.
5. Las características independientes instrumentalmente detectables (CIID). Ejemplos: un físico identificando un metal al calcular su densidad a partir de su volumen y su peso; un geólogo identificando una veta de acero al medir su magnetismo
6. En la práctica científica actual, estas identificaciones frecuentemente hacen uso de dos o más de estos recursos.
7. Hay un tipo de entidad natural que debe recibir un escrutinio adicional: es aquella que, debido a su concepción científica, solo puede identificarse con uno o más CIIDs, y no puede identificarse mediante observaciones directas o instrumentales. Algunos ejemplos de estas entidades inobservables son los hoyos negros, la fuerza de la gravedad o la curvatura del espacio-tiempo. La evidencia de estas entidades siempre debe consistir en la detección de sus efectos mediante instrumentos científicos.

La Inferencia Lógica.

Existen tres tipos de inferencias lógicas: deducción, inducción y abducción.

Deducción: Si las dos premisas son ciertas, entonces la conclusión necesariamente será cierta. Simétricamente, si la conclusión es falsa, entonces una o las dos premisas deben ser falsas. La deducción es el único método de inferencia que puede probar que una proposición es verdadera.

Todos los frijoles de esta canasta son blancos

Estos frijoles son de esta canasta ... entonces

Estos frijoles son blancos

Inducción: Las dos premisas describen las características de una muestra tomada de un grupo grande, que sugieren la existencia de alguna regularidad. La conclusión establece que la regularidad se mantiene. Si las dos premisas son verdaderas, entonces la conclusión tiene alguna (quizá pequeña) probabilidad de ser verdadera (entre 0% y 100%). Este grado de probabilidad depende del tamaño de la muestra, el tamaño del grupo de donde se toma esta y del método empleado para seleccionar la muestra. Aunque, la inducción no nos puede llevar a la verdad, resulta muy útil, mientras si realice cuidadosamente para no caer en una “falsa generalización”:

El método científico.



Estos frijoles son de esta canasta

Estos frijoles son blancos ... entonces

Todos los frijoles de esta canasta son blancos

Abducción: Las dos premisas establecen lo que ahora se conoce respecto a una situación. La conclusión es una hipótesis de cómo esa situación observada representa un caso de lo que ya se sabe. La inferencia abductiva tiene la siguiente forma:

Si P, entonces Q

Sucede que Q

Entonces, P

Esta inferencia comete la falacia lógica de “afirmación del consecuente” y siempre es inválida. Hay que considerar que siempre hay posibilidades de alternativas para explicar que suceda Q (quizá es posible que si R entonces Q, por lo que R sería verdadera y no P).

Todos los frijoles de esta canasta son blancos

Estos frijoles son blancos

... entonces

Estos frijoles son de esta canasta

Entender la abducción es esencial para el método científico.

La abducción es, en la ciencia, la única forma de encontrar explicaciones nuevas para los fenómenos observables de la naturaleza.

La deducción no proporciona explicaciones: sus conclusiones solo parafrasean, en un arreglo diferente, lo que ya se sabe en las premisas.

La inducción no nos da explicaciones: sus conclusiones solo hacen predicciones sobre el futuro. La abducción sí nos da explicaciones:

Sus conclusiones son enunciados acerca de cosas que aún no se han observado y que son responsables de los hechos a los que se refieren las premisas.

En general, una explicación científica tiene la siguiente forma abductiva: Estos son los hechos de lo que ha sucedido; si algo que no sabemos (un objeto escondido) está pasando o sucedió, entonces los hechos iniciales son ciertos y en realidad existe o existió algo que no sabemos (el objeto escondido).

El método científico.



Existen cuatro tipos básicos de objetos o eventos escondidos (que desde ahora llamaremos “**entidades**”) y que juegan un papel en las explicaciones que da la ciencia. Los podemos denominar entidades Tipo I, entidades Tipo II, entidades Tipo III y entidades Tipo IV.

- **Tipo I.** Una entidad que puede observarse directamente e identificar sus características en perspectiva directamente observables CPDO o sus características independientes directamente observables CIDO.

Ejemplo: ¿Estos frijoles blancos son de esta canasta? Bueno, la explicación se “oculta” en el pasado. Quizá alguien observó de dónde venían. Cuando una entidad Tipo I se hipotetiza por una abducción, esa hipótesis aún puede probar su certeza mediante la observación directa.

- **Tipo II.** Una entidad que puede observarse instrumentalmente e identificar sus características en perspectiva instrumentalmente observables CPIO o sus características independientes instrumentalmente observables CIIO.

Ejemplo: ¿Fue una falla la causa del temblor? Bueno, la explicación está “oculta” bajo la tierra. Quizá alguien pueda observarla con un instrumento del equipo sismológico. Cuando se hipotetiza una entidad Tipo II por abducción, la hipótesis aún puede probarse en su veracidad al observarla instrumentalmente.

- **Tipo III.** Una entidad que puede observarse mediante algún nuevo instrumento todavía no inventado e identificar sus características independientes instrumentalmente observables.

Ejemplo: ¿Tuvo el universo, en su inicio, alguna estructura? Bueno, actualmente no contamos con ningún aparato que pueda llevar a cabo una buena observación del universo en sus inicios. Quizá algún día se invente un telescopio más poderoso. Luego de la invención del instrumento necesario, la entidad Tipo III pasa a ser una entidad Tipo II. Cuando se hipotetiza una entidad Tipo III mediante la abducción, esa hipótesis no se puede probar que sea verdadera, hasta que se invente el instrumento requerido.

- **Tipo IV.** Una entidad que no puede ser observada por ningún instrumento, ya que solo puede ser identificada por una o más de sus características independientes instrumentalmente detectables CIIDs, y por ello no puede identificarse mediante ninguna observación directa o instrumental.

Ejemplos de esas entidades no-observables son los hoyos negros, las fuerzas de la gravedad o la curvatura del espacio-tiempo. La evidencia observacional de tales entidades debe consistir siempre de la detección de sus efectos sobre los instrumentos científicos. Cuando la ciencia

El método científico.



avanza, las entidades Tipo IV pueden convertirse en Tipo II y luego en Tipo II, como sucedió con los átomos.

Los 6 pasos del Método Científico.

El Método Científico tiene tres estadios y seis pasos.

En el primer estadio, el “estadio de observación”, hay dos pasos que describen cómo la ciencia empieza con la observación científica y luego emplea la inducción para formular una ley de la naturaleza. En el segundo estadio, el “estadio de hipótesis”, hay dos pasos que describen cómo la ciencia utiliza la abducción para postular una o más entidades hipotéticas (de entre los cuatro Tipos I – IV) para explicar lo que se ha observado en el estadio uno. En el tercer estadio, hay dos pasos que describen cómo la ciencia usa la deducción para probar las hipótesis del estadio dos, frente a más observaciones científicas y frente a hipótesis rivales.

Estadio Uno: Observación.

Paso Uno: El Fenómeno. Usando el conocimiento científico establecido, se obtienen registros de nuevas observaciones científicas que consignan regularidades en los fenómenos (patrones).

Paso Dos: La Ley Natural. Mediante la inducción, esta regularidad en los fenómenos se considera que continuará en el futuro, de manera que este patrón se expresará como un hábito de la naturaleza (a veces la “ley natural” se expresa de manera matemática).

Estadio Dos: Hipótesis.

Paso Tres: La Explicación. Mediante la abducción se postula una entidad oculta de Tipo I, II, III o IV, como la explicación de la regularidad de la naturaleza a la que se refiere el paso dos.

Paso Cuatro: La Predicción. Para entidades del Tipo I o del Tipo II: la predicción de su existencia puede probarse mediante observación directa o instrumental. Para entidades del Tipo III o del Tipo IV: mediante la deducción, la existencia de estas entidades ocultas debería ser responsable de la observación de otros patrones o regularidades no esperadas, además de los observados en el paso uno, y de los ya reconocidos previamente por la ciencia. Idealmente, una predicción debería ser muy inesperada (de preferencia, imposible para otra hipótesis rival), muy específica (las predicciones vagas son sospechosas porque son fácilmente confirmadas) y no muy difíciles de probar mediante los experimentos del siguiente estadio.

Estadio Tres: Evaluación.

Paso Cinco: La Experimentación. Para entidades Tipo I y Tipo II : la predicción de su existencia puede evaluarse mediante observación científica, por lo que se intentará realizar las observaciones requeridas.



Para entidades Tipo III y Tipo IV: empleando la deducción y el conocimiento científico establecido, se diseñarán y conducirán experimentos, para ver si alguno de los patrones de eventos predichos en el paso cuatro es posible observarlo.

Paso Seis : La Verificación, Confirmación o Falsación.

Para entidades Tipo I o Tipo II : si su existencia es vista y exitosamente verificada mediante la observación científica, entonces la hipótesis es considerada como verdadera (aunque pueden haber entidades adicionales que también estén contribuyendo para producir los patrones o las regularidades en los eventos). Si no se puede establecer su existencia, entonces la ciencia tiene que regresar al paso tres, para intentar de nuevo.

Para entidades Tipo III y Tipo IV: si un patrón de eventos predicho se observa científicamente en un experimento, entonces este resultado positivo es tomado como la “confirmación” de la hipótesis. Una confirmación de este tipo aumenta un poco la creencia en la existencia de la entidad postulada. Si se confirman una serie de patrones predichos y ninguno es desconfirmado, la creencia en la entidad postulada se hace substancial, aunque nunca alcanzará el 100% de certeza.

Si un patrón predicho se busca y no se encuentra que exista, entonces este resultado negativo es la “desconfirmación” de la hipótesis. A menos que una desconfirmación pueda ser explicada y atribuida a un error humano (en la predicción, en el diseño experimental o en la observación), esta desconfirmación lleva razonablemente a disminuir en la creencia de que exista la entidad oculta postulada.

Bajo ciertas circunstancias (cuando una predicción se deduce cuidadosamente, el experimento está bien diseñado y ningún conocimiento científico involucrado en el paso cinco puede falsearse a costa de la hipótesis) una desconfirmación hace que resulte razonable que el científico concluya que la hipótesis ha sido probada como falsa y que la alegada entidad no existe. La inferencia para semejante conclusión negativa tiene una forma deductiva válida, superficialmente semejante a la abducción y se denomina como el “modus tollens”:

Si P, entonces Q

Aunque Q es falso

Por lo que, P es falso

Consideremos que P es la hipótesis que afirma “esta entidad oculta existe” y que Q sea una predicción deducida a partir de la supuesta existencia de la entidad propuesta. Si se descubre que la predicción es falsa mediante un experimento, entonces Q es falsa y consecuentemente P debe también ser falsa: la entidad oculta no existe.

Hipótesis y Teorías Científicas Genuinas.

Ya hemos definido lo que es la observación científica genuina. Ahora, una **hipótesis** científicamente genuina es aquella que se elabora para explicar un patrón natural de fenómenos que han sido científicamente observados y que es posible su evaluación mediante el método científico, que apenas hemos delineado. La proposición del patrón descubierto en la naturaleza correspondiente al estadio uno del método, no es una hipótesis, aunque el uso caprichoso de las palabras algunas veces haga que a una ley científica se le rotule como si fuera una hipótesis. El descubrimiento de un patrón natural no es una explicación (es lo que requiere de una explicación). Aunque es posible “explicar” un evento aislado asignándole a un patrón regular la responsabilidad (el que caiga una hoja de un árbol es debido a que los árboles pierden sus hojas en otoño). Sin embargo, un patrón de eventos no puede explicar realmente porqué un evento de ese patrón ocurre. Aún cuando buena parte de la actividad científica se ocupa de descubrir y describir las regularidades de la naturaleza, un campo de estudio no constituye un campo científico, hasta que propone y evalúa explicaciones hipotéticas de los patrones naturales.

Hay varias formas en que uno impide que una hipótesis sea genuinamente científica (y habría que evitarlas):

- Ofrecer una explicación para un fenómeno que no ha sido observado científicamente.
- Postular una entidad que no tenga claramente definidas sus características.
- Postular una entidad que no sea responsable de ningún patrón natural inesperado.
- Postular una entidad tan contradictoria con el conocimiento científico establecido que haga imposible su evaluación experimental.
- Negarse a deducir predicciones de la supuesta existencia de la entidad postulada.
- Asegurarse de que ninguna predicción sea vaga, difícil de probar experimentalmente o poco sorprendente.
- Ignorar cualquier predicción que resulte falsa
- Modificar la hipótesis solo lo justo como para “predecir” un mal resultado experimental.

Una **teoría** se compone de varias hipótesis interrelacionadas, que se apoyan unas a otras, con objeto de proporcionar una completa explicación de un conjunto de fenómenos en algún campo (química, astronomía, psicología, arqueología, etc.).

Una teoría es científica, mientras todas sus hipótesis sean científicas.

Una teoría que ignore los nuevos patrones de la naturaleza que puedan ser descubiertos, probablemente será remplazada, ya que podría surgir una teoría científica rival que sea mejor para explicar estos nuevos patrones y obtenga credibilidad rápida debido a este éxito.



Un “**paradigma**” se compone de varias teorías interconectadas que se sustentan mutuamente para proporcionar una completa explicación de un amplio rango de fenómenos en algún campo. Por ejemplo, el paradigma actual en la biología es el de la evolución, que incorpora teorías acerca de la selección natural, la reproducción mediante la herencia genética, la mutación del DNA de manera azarosa y otras teorías sobre los organismos vivos.

Un paradigma es científico mientras todas sus teorías sean científicas.

Cada campo científico típicamente es dominado por un paradigma durante un tiempo, esto cuando la mayoría de los científicos de ese campo aceptan dicho paradigma. Ocasionalmente, un campo puede tener múltiples paradigmas científicos compitiendo entre sí y en otros momentos, un campo puede no tener un paradigma que sea aceptado, aunque sea por una minoría de los científicos.

El único criterio que debe satisfacer una teoría para ser científica es que todas sus hipótesis teóricas se diseñen para explicar patrones naturales de regularidades científicamente observadas y que resulten evaluables mediante el método científico. No obstante, existen algunos criterios (4) adicionales que incrementan el valor científico de una teoría o paradigma:

1. Coherencia Lógica. Debe haber un grado muy alto de coherencia lógica entre las hipótesis establecidas por una teoría, como entre las teorías establecidas por un paradigma. Si se dan contradicciones lógicas entre los principios establecidos en el conocimiento científico, entonces estas contradicciones deberán eliminarse. Si todo se mantiene igual, la teoría científica que no tenga contradicciones lógicas internas es una mejor teoría científica.
2. Poder Predictivo. Debe haber muchas predicciones hechas por la teoría o el paradigma. Hay dos beneficios de este “poder predictivo”: primero, más poder predictivo quiere decir que hay una mayor probabilidad de conseguir una alta confirmación (o de probar su falsedad); y segundo, una teoría que explica exitosamente un rango más amplio de fenómenos naturales resultará más razonablemente persuasiva, que una teoría que solo explique algunos cuantos fenómenos.
3. Unificación Física. Debe haber un abanico muy amplio de fenómenos unificados por una teoría o paradigma. Por un tiempo, la ciencia debe tratar a un patrón natural de manera muy diferente de lo hace con otro patrón diferente, pero entonces llega una nueva teoría que demuestra cómo estos dos patrones son realmente el mismo patrón.
4. Simplicidad Ontológica. Debe haber un número muy reducido de entidades postuladas por una teoría o paradigma, que sean necesarias para explicar un amplio rango de fenómenos: la explicación más simple es la más creíble.