

"Educar para servir"



EDUCARE ET MINISTRARE

4
UNIDAD
DIDÁCTICA

Técnicas de estudio e investigación

4. Fundamentos de la investigación

ÍNDICE

OBJETIVOS	157
INTRODUCCIÓN	158
4.1. Ciencia, conocimiento científico, método científico e investigación	159
4.1.1. Concepto	159
4.1.2. Características del método científico	162
4.1.3. Etapas del método científico	164
4.1.4. Presupuestos básicos y requisitos del método científico	165
4.1.5. Finalidad del método científico	166
4.1.6. Métodos no científicos	167
4.2. Técnicas de investigación	168
4.2.1. Método científico por el tipo de inferencia	169
4.2.2. Método científico por la amplitud del control	171
4.3. Métodos de investigación	174
4.3.1. Método cuantitativo	174
4.3.2. Método cualitativo	177
4.3.3. Diferencias y semejanzas del método cuantitativo y el método cualitativo	179
4.4. Conceptos básicos y metodológicos de la experimentación	183
4.4.1. Características fundamentales del experimento	183
4.4.2. Definición de términos	184
RESUMEN	195

OBJETIVOS

- Aprender las bases conceptuales del proceso de investigación.
- Identificar una investigación científica de otra no científica.
- Conocer el método experimental, sus características, etapas y finalidad.
- Saber las principales técnicas de investigación y su clasificación.
- Aprender qué es una investigación cuantitativa, sus orígenes, sus características principales y su metodología de evaluación.
- Aprender qué es una investigación cualitativa, sus orígenes y sus características principales.
- Distinguir entre una investigación cuantitativa y una investigación cualitativa.
- Conocer las características fundamentales del experimento y su terminología.

4.1. Ciencia, conocimiento científico, método científico e investigación

Para saber distinguir entre lo que es ciencia y lo que no, es necesario establecer unos criterios de demarcación que han sido establecidos a lo largo del tiempo por la comunidad científica mediante consenso. Se puede hablar de un criterio restrictivo y de criterios más amplios a la hora de establecer esta delimitación.

- **Criterio restrictivo.** “*Sólo es ciencia el conjunto de conocimientos obtenidos mediante la vía experimental inductiva*”. Tal razonamiento experimental exige el análisis de los fenómenos, su descomposición en elementos mesurables, relaciones entre las cantidades halladas y, finalmente, la verificación de las hipótesis mediante experiencias concretas con instrumentos adecuados. La inducción o generalización consiste en pasar de lo particular hacia lo general.
- **Bajo una perspectiva amplia.** La investigación comienza con un estudio de la ocurrencia de un hecho mediante el descubrimiento de su causa. A partir de la relación que establece que determinada causa produce determinado efecto, y tras establecer que tal tipo de causas tuvieron lugar, se puede deducir, y con ello explicar el que el efecto ocurriera. Más tarde habrá que preguntarse por la explicación de la ley causal y saber por qué dicha ley se mantiene.

4.1.1. Concepto

Para comprender adecuadamente los términos que se van a emplear en esta unidad es importante obtener una definición de ellos así como una breve explicación de su origen.

El conocimiento científico

Lo que actualmente se denomina como conocimiento científico se consolidó en los siglos XVII y XVIII como el conocimiento racional por antonomasia. Fue Descartes¹ quien determinó que el método científico es el único método que proporciona verdadera certeza y que está exento de falsedad.

Desde ese momento el conocimiento científico comenzó a identificarse como el conocimiento racional por antonomasia. Esta identificación se consolidó en el siglo XVIII cuando el filósofo alemán Kant², especialmente influido por los progresos que la física había logrado gracias a las investigaciones de Newton, estableció la ciencia física como modelo de pensar. En este sentido, el razonamiento científico excluye los procesos intuitivos y los de la indagación.

Desde un principio, el conocimiento científico se presenta como el conocimiento con que:

1 Descartes, R. (1637). *Discours de la methode*. Leiden: Ian Mayre.

2 Kant, I. (1781). *Kritik der reinen vernunft*. Riga: Johan Friederich Hartknoch.

- Establecer las leyes según las cuales se comportan los fenómenos naturales.
- Dar explicaciones objetivas y aceptables de dichos fenómenos fundamentadas en la argumentación y en los razonamientos en lugar de emplear mitos y opiniones.

Ciencia y método científico

A lo largo de la literatura científica es fácil observar un círculo vicioso en cuanto a las definiciones de ciencia y método científico. Es frecuente encontrar a menudo que:

D DEFINICIÓN

Método científico
Es aquel con el que se hace la ciencia y como contrapartida Ciencia es el conjunto de conocimientos obtenidos mediante el método científico.

Para lanzar algo de luz sobre este galimatías, a continuación se ofrecen las definiciones de ciencia, según Zimmy³ y Townsend⁴:

D DEFINICIÓN

Ciencia
“Es el conjunto organizado de conocimientos reunidos mediante la utilización de la observación sistemática” (Zimmy).
“Es el conjunto de conocimientos organizados mediante el uso sistemático de la observación controlada” (Townsend).

En cualquiera de estas dos definiciones puede observarse que para que haya ciencia se requieren dos ingredientes fundamentales:

- Un conjunto de conocimientos.
- Un método apropiado para su estudio: la observación.

Y esta observación ha de ser “sistemática” (para Zimmy) y “controlada” (para Townsend).

Lo que caracteriza fundamentalmente a la ciencia no es el objeto sobre el que versan los conocimientos, sino el método empleado en su estudio, ya que sobre un mismo objeto se pueden tener conocimientos científicos y no científicos, según el método utilizado.

3 Zimmy, G.H. (1961). Method in experimental psychology. Chicago: Ronal Press.

4 Townsend, J. C. (1953). Introduction to experimental Psychology. New York: McGrau Hill.

A

ATENCIÓN

Lo que realmente caracteriza al conocimiento, es el método empleado para su estudio.

En un sentido amplio, el método científico es aquel en el que, a partir de una observación, se formula una hipótesis, que se verifica mediante la experimentación y que, una vez conformada, pasa a constituir una teoría o a formar parte de otra.

Dentro del método científico se pueden distinguir unos aspectos constantes que han de darse siempre y otros que pueden variar, entre los primeros están las características fundamentales y las etapas, y en los segundos el objeto y las técnicas.

Se pueden distinguir a su vez dentro de la ciencia dos amplios aspectos de ella:

- **La ciencia formal.** Es aquella que se ocupa del estudio de las leyes que explican los fenómenos de la naturaleza, las relaciones entre las variables que producen esos fenómenos, etc., pero en sí mismas, sin intención de aplicar los resultados a situaciones concretas de la vida.

E

EJEMPLO

Matemáticas, lógica...

- **La ciencia aplicada.** El estudio de un fenómeno suele darse a la vez que se ha planteado un problema y hay que resolverlo, y las soluciones van encaminadas por consiguiente a la resolución de problemas prácticos y a su aplicación a hechos concretos de la vida real.

E

EJEMPLO

Agricultura, Ciencias de la salud, Ingeniería, Telecomunicaciones...

Ambos tipos de ciencia son necesarios, ya que no solamente no son excluyentes sino que son complementarios. Así el investigador en ciencia aplicada parte en muchas ocasiones de los conocimientos adquiridos por la ciencia fundamental, y ésta a su vez se beneficia de los resultados obtenidos por la ciencia aplicada, que una vez confirmados, pasan a formar parte de ella.

La investigación

La investigación es la herramienta principal para conseguir el avance del conocimiento y el progreso.

D

DEFINICIÓN

Investigar

Es realizar una indagación y un estudio científicos, siguiendo una metodología establecida, con el fin de clarificar o resolver un problema (figura 4.1.).

Como veremos en el siguiente punto, la metodología debe ser aplicada de forma sistemática con el fin de obtener conclusiones seguras y fiables.



Figura 4.1. Elementos de la investigación.

4.1.2. Características del método científico

Las características generales de este método científico, retomando y fundiendo las definiciones de ciencia de Zimmy y Townsend, serían la sistematización y el control de las observaciones realizadas.

- **La sistematización** supone centrarse en el fenómeno concreto a observar, es decir, que el fenómeno determinado haya sido deliberadamente aislado y considerado objeto de observación.
- **El control** supone que las condiciones bajo las que se realizará la observación hayan sido previamente consideradas y delimitadas (incluyendo al propio observador).

La observación científica se diferencia de la espontánea, ya que en esta última el observador contempla el fenómeno tal y como sucede, sin haberlo declarado objeto de estudio, ni por tanto haber planificado ni delimitado sus condiciones de actuación. Esto no implica que no sea en muchas ocasiones, esa observación espontánea, el móvil o punto de partida para la observación científica, como ocurre por ejemplo en el caso del fenómeno conocido en la ciencia con el nombre de serendipity.

A

ATENCIÓN

Serendipity, es conocido en ciencia como, el fenómeno por el cual el investigador al intentar probar una hipótesis observa en el transcurso de su investigación un hecho ajeno a ella, pero que considera importante y lo declara objeto de una posterior investigación científica, llegando a veces, a abandonar por ella la que estaba realizando.

Existen múltiples descubrimientos científicos basados en dicho fenómeno.

E

EJEMPLO

Las famosas notas Post-it tienen un origen curioso. En la fábrica de 3M uno de los operarios olvidó añadir un componente en uno de los pegamentos que producen. Aparentemente la partida de pegamento quedó estropeada (carecía de valor adhesivo), sin embargo fue almacenada.

Uno de los ingenieros recordó esta partida de pegamento pensando que quizá le sirviera para mantener pegadas las hojas de las canciones en su libro de salmos. Observó que este pegamento le permitía pegar y despegar las hojas varias veces.

Así nacieron las notas Post-it.

Serán precisamente la sistematización y el control los dos componentes necesarios para alcanzar ese conocimiento objetivo de la realidad (figura 4.2.).

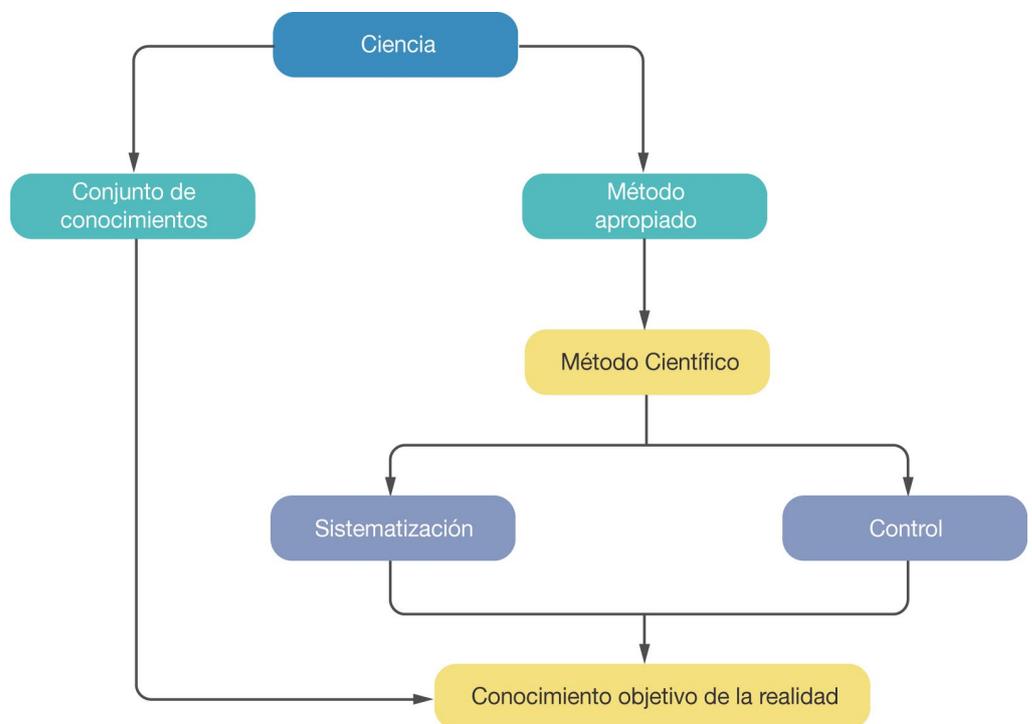


Figura 4.2. Características del método científico.

4.1.3. Etapas del método científico

En el apartado anterior se han descrito las características propias del método científico, y para que estas se den con rigor, es necesario que las etapas sean constantes, es decir, que sean siempre las mismas en lo fundamental, sea cual sea el objeto al cual se aplique.

No todos los autores destacan el mismo número de etapas por las que debe pasar el conjunto de conocimientos para llegar a constituir una ciencia, pero sí vienen a coincidir en lo fundamental, por lo que en resumen se pueden exponer las siguientes etapas:

1. **Planteamiento y formulación del problema.** Toda investigación comienza con el planteamiento de un problema, es decir, con una pregunta para la cual no se encuentra respuesta o no convencen las explicaciones existentes para ella.

Un problema es un porqué sobre un fenómeno concreto y será, por tanto, la primera etapa del método científico.



Es preciso recordar la necesidad de que este problema sea resoluble, es decir, que se disponga de los medios necesarios y adecuados para encontrar respuesta.

Una vez detectado el problema es necesario formularlo con los términos adecuados, con el fin de concretar la respuesta, pero sobre esto ya se hablará más adelante.

2. **Formulación de la hipótesis.** Después de que el investigador haya formulado el problema, de todas las soluciones posibles a él, selecciona una, que es la hipótesis. Así formulará su hipótesis sin saber aún si estará o no respaldada por los datos.



Hipótesis
Es una tentativa de solución al problema planteado.

La hipótesis exige ya una formulación más elaborada en la que no solamente aparecerán las variables, sino también la relación que se espera encontrar entre ellas.

3. **Recogida y análisis de datos.** Una vez formulados el problema y la hipótesis, el investigador procederá a su comprobación empírica, para lo cual deberá reunir los datos pertinentes y analizarlos en la forma que corresponda a la técnica (o método) a utilizar. Esta etapa es la más específica de cada técnica concreta dentro del método científico.
4. **Confrontación de los resultados con la hipótesis.** Una vez recogidos, elaborados y analizados los datos (lo cual dependerá de la técnica, tipo de investigación, etc.) se procederá a ver si los resultados obtenidos a partir de ellos confirman o no la hipótesis propuesta.
5. **Conclusiones y generalización de los resultados.** Las conclusiones serán dadas en función de la anterior confrontación, si los datos obtenidos avalan la hipótesis, ésta quedará confirmada, y entonces se extraerán las conclusiones pertinentes y se generalizarán los resultados en la medida de lo posible. La realidad es que, aunque el ideal de cualquier investigador es generalizar al máximo sus hipótesis para convertirlas en ley, la realidad es que la generalización depende de múltiples factores.

Si los datos no avalan la hipótesis, se pueden dar dos opciones, o bien se concluirá que en las circunstancias contempladas la hipótesis no ha sido confirmada, o bien se volverá a la segunda etapa, proponiendo una nueva y coherente solución al problema y continuando de nuevo con las restantes etapas.

Cuando se confirma la hipótesis se resuelve el problema y las conclusiones pasan a engrosar el conjunto de conocimientos que constituyen la ciencia.

6. **Nuevas predicciones.** Para muchos autores el método finaliza con las conclusiones y generalización, no obstante otros añaden esta etapa que haría referencia a nuevos problemas que surgirían de los resultados obtenidos.

4.1.4. Presupuestos básicos y requisitos del método científico

Todo científico tendrá que partir de determinados presupuestos iniciales en relación con el mundo que le rodea y estos son esencialmente tres:

- **Orden.** Los fenómenos no ocurren en la naturaleza de forma caótica o aleatoria, sino dentro de un cierto orden, que todo científico deberá presuponer antes de comenzar sus investigaciones, de no ser así serían imposibles las generalizaciones.
- **Determinismo.** Este presupuesto va de la mano del anterior. Consiste en la aceptación por parte del científico de que cada observación viene determinada por algún acontecimiento anterior, y éste a su vez por otro, de tal forma que la reconstrucción de este proceso determinante pueda llegar a explicar fenómenos completos.
- **Comprobabilidad.** Todo científico debe estar convencido de que cada paso o cada interrogante en ese proceso determinante puede ser explicado, es decir, comprobado en el presente o en el futuro.

En base a los presupuestos anteriores, todo científico deberá procurar que los conocimientos adquiridos en sus investigaciones reúnan una serie de requisitos que avalen su categoría de conocimientos científicos, y estos son:

- **Empirismo.** Todo conocimiento científico debe ser empírico, es decir, real y objetivo, adquirido mediante la observación o bien mediante sus efectos relativamente constantes.
- **Repetibilidad.** Todo fenómeno observado en la adquisición de un conocimiento científico debe ser repetible, es decir, tener la capacidad de poder ser confirmado en cualquier momento, repitiendo una experiencia similar en la que se mantengan las circunstancias fundamentales.
- **Aceptabilidad.** Excepto en el caso de que determinadas investigaciones presenten serias dudas respecto a su veracidad (en cuyo caso deberán ser repetidas o replicadas), el investigador debe presuponer que lo publicado anteriormente debe ser aceptado, ya que la ciencia no progresaría, si tuviese que partir siempre de la comprobación de la primera hipótesis formulada.
- **Publicidad.** Parece obvio que para que los descubrimientos realizados por un investigador sean científicos, deberán ser publicados y dados a conocer mediante un informe, para que pasen a formar parte del conocimiento científico general sobre esa área, o en su caso sean replicados por cuantos lo deseen. Estas publicaciones deberán hacerse no de una forma aislada, sino integrando ese conocimiento en el cuerpo general de investigaciones en relación con él.

4.1.5. Finalidad del método científico

La finalidad o el objetivo básico que debe perseguir todo investigador mediante la utilización del método científico, es el poder alcanzar un conocimiento cierto de los fenómenos que tienen lugar en el mundo que le rodea; y como consecuencia del conocimiento de esos fenómenos, el poder predecir otros, facilitando así una vía de acceso a futuros estudios científicos.

Ahora bien, este conocimiento supone una explicación del fenómeno en cuestión y un control que permita aislarlo y limitar el ambiente en que se desenvuelve, para que los resultados obtenidos sean aplicables a ese fenómeno y no a otros que pudieran actuar conjuntamente con él.

4.1.6. Métodos no científicos

Tal y como se indicó en la introducción de esta unidad didáctica, no hay que olvidar que existen otras formas de saber que, aunque no son científicos, sí son válidos.

Kerlinger⁵ expone tres métodos no científicos:

- **El método de la autoridad.** En este método la explicación de los fenómenos es aceptada por el prestigio de la persona que la expone. Es un método de creencia establecida. Si una persona de reconocido prestigio en un ámbito determinado, afirma que algo es verdad, ello deberá ser tomado por tal. De no existir este método, cada científico se vería obligado a repetir todas las investigaciones realizadas anteriormente por otros y la ciencia no progresaría. No obstante, esto no excluye la necesidad de actuar con cautela. No se debe aceptar como válido todo, sino solo aquello que goce, no solo del principio de autoridad, sino también de la coherencia conveniente.
- **El método de la tenacidad.** En este el valor de la tradición sustituye a la autoridad del anterior. Se cree que una cosa es cierta porque todo el mundo afirma que lo es. Este método suele tener un peso fuerte, ya que en ocasiones un descubrimiento científico en contra de una creencia popular ha tardado mucho tiempo en sea aceptado como válido. A pesar de su “importancia” es inferior al anterior, ya que en ocasiones éste contribuye a deformar la verdad.
- **El método de la evidencia.** También suele ser denominado método a priori o de intuición, está fundamentado en aceptar como válidas, aquellas verdades que parecen evidentes en sí mismas por la razón. Su problema fundamental reside en el hecho de considerar que las verdades evidentes a veces no coinciden para todas las personas.



Todos los métodos no científicos se caracterizan por carecer de los dos elementos necesarios para el método científico: la sistematización y el control.

⁵ Kerlinger, F.M. (1982). Investigación del comportamiento. Técnicas y metodología. México: Interamericana.

4.2. Técnicas de investigación

Antes de empezar a hablar de la división del método científico es necesario tener claras algunas ideas acerca de la observación.

La observación es el instrumento básico del que se vale todo investigador para hacer ciencia, pero no toda observación permite alcanzar un conocimiento científico. Para que una observación sea científica se requiere esencialmente que el fenómeno a observar haya sido considerado objeto de estudio y que se hayan establecido en torno a él unos sistemas de control que abarquen incluso al propio observador. En función de la amplitud de este control se determinarán los diferentes métodos de investigación científica:

1. Natural,
2. Comparativo.
3. Experimental.

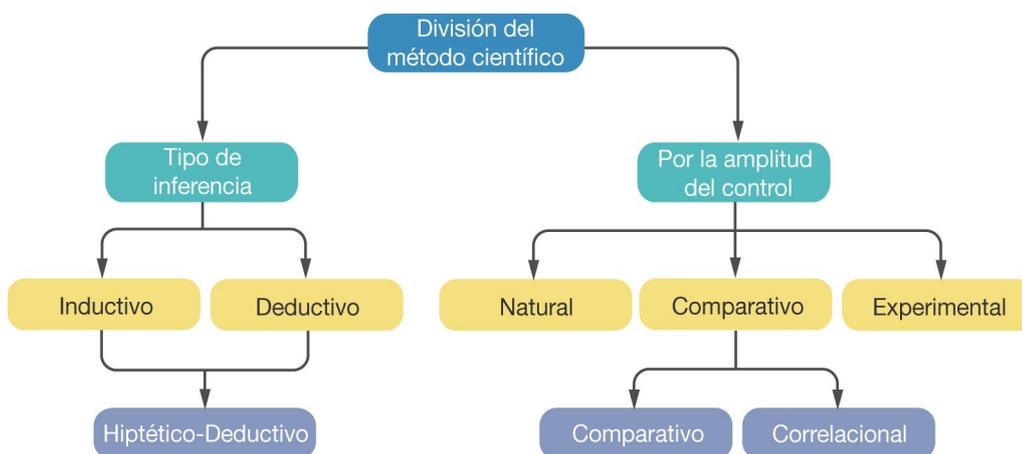


Figura 4.3. Características del método científico.

La división del método científico está determinada no solo por la amplitud del control, sino también por el tipo de inferencia utilizada para obtener las conclusiones. Las inferencias pueden ser de dos tipos: inductivas o deductivas (figura 4.3).

4.2.1. Método científico por el tipo de inferencia

En este apartado se desarrollan brevemente los tipos de métodos científicos por el tipo de inferencia.

D DEFINICIÓN	<p>Inferencia</p> <p>Es una conexión lógica entre antecedente y consecuente. Es el paso de A a B, cuando conociendo A (antecedente), se concluye B (consecuente).</p>
------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

En general, es un proceso de razonamiento por el cual se obtienen conclusiones mediante proposiciones. El investigador realiza una evaluación de distintas propuestas en función de su condición o implicación lógica. Partiendo de la verdad o falsedad posible o conocida de alguna de las premisas puede deducirse o inducirse la verdad o falsedad de otras.

El paso de A a B puede realizarse de dos formas que dan lugar a dos tipos de inferencias: inductivas y deductivas. En ambos casos, como se menciona anteriormente, se afirma que B es verdadera o falsa en función de la veracidad o falsedad establecida de A, la diferencia está en el grado de probabilidad con que se afirme que B es verdadera.

Método inductivo

Se basa en las inferencias inductivas para llegar a obtener las conclusiones.

Se determinan como inferencia inductiva, desde una perspectiva amplia, todos aquellos procesos de inferencia que amplían el conocimiento con cierto grado de incertidumbre (son conclusiones posibles pero no necesariamente ciertas). Johnson-Laird⁶ definió la inducción como cualquier proceso de pensamiento cuya conclusión incrementa la información semántica (el significado) en las premisas iniciales.

El razonamiento inductivo permite la generalización desde experiencias concretas a partir de las cuales, se generan conclusiones posibles, plausibles o probables aunque no necesarias desde la lógica.

De manera más sencilla “si A es verdadera, entonces B es verdadera, con cierto grado de probabilidad”.

E EJEMPLO	<p>Inferencia inductiva</p> <p>Premisa 1. El oro se funde con el calor.</p> <p>Premisa 2. La plata se funde con el calor.</p> <p>Conclusión: Todos los metales se funden con el calor.</p>
---------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

⁶ Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models: towards a cognitive Science of language, inference and consciousness*. Cambridge: Harvard University Press.

En ciencia se procede innumerables veces de este modo, ya que sin someter a prueba todas las posibilidades existentes en torno a un fenómeno determinado, se concluye como si todas hubiesen sido estudiadas, puesto que de las que se estudiaron, siempre se obtuvieron las mismas conclusiones.

Las conclusiones obtenidas mediante este método están sujetas a error, teniendo solo un cierto grado de probabilidad de ser verdaderas. Son conclusiones posibles aunque no necesariamente válidas, el método inductivo está basado en suposiciones y en argumentos incompletos.

A diferencia del argumento deductivo, que se menciona a continuación, el argumento puede ser más fuerte o más débil en función de la cantidad de información que confirme o no, la generalización realizada.

Método deductivo

Si los argumentos inductivos se basan en los datos que ofrece la realidad partiendo de la observación y la experiencia, los argumentos deductivos se emplean para descubrir verdades no apreciables mediante observación directa.

Se basa en las inferencias deductivas, “si A es verdadera, entonces B es verdadera, necesariamente”. El razonamiento deductivo facilita criterios de corrección muy altos ya que solo tiene éxito si sus premisas proporcionan un apoyo completo e indudable para la conclusión.

Las inferencias deductivas permiten establecer conclusiones seguras porque proceden de lo general a lo particular.

E EJEMPLO

Inferencia inductiva.
Premisa 1. Todos los caballos son mamíferos.
Premisa 2. Todos los mamíferos tienen pulmones.
Conclusión: Todos los caballos tienen pulmones.

Como puede observarse en el ejemplo, la característica de define el argumento deductivo es que es imposible que siendo verdaderas las premisas la conclusión sea falsa.

A ATENCIÓN

Los cálculos matemáticos son inferencias deductivas.

Método hipotético-deductivo

A pesar de realizar la diferenciación de ambos métodos, todos los sujetos en la vida cotidiana generan continuamente procesos inductivos y deductivos. La toma de decisiones y el razonamiento diario suelen hacerse bajo condiciones de incertidumbre.

De todo lo expuesto anteriormente se desprende la necesidad que tiene la ciencia y, por tanto, el científico de utilizar ambos métodos: inductivo y deductivo. A este proceso es al que se denomina hipotético-deductivo.

La ciencia en general utiliza el método hipotético-deductivo. Aunque hay científicos que se muestran preferentemente inductivos y otros en general deductivos, parece difícil imaginar un proceso inductivo que no se base en conocimientos adquiridos mediante la deducción y viceversa.

4.2.2. Método científico por la amplitud del control

La división del método científico por la amplitud del control y en orden creciente de éste (de menor a mayor) será la siguiente: método natural, método comparativo y método experimental.

Método Natural

También se denomina observacional o de observación natural. Se caracteriza por permitir la observación del fenómeno en su ambiente natural y por el papel “pasivo” que ejerce el observador, ya que éste se limita a recoger los datos y describir los hechos de la forma más objetiva y precisa posible, de tal forma que se posibilite la verificabilidad de los mismos.

Para que la observación pueda ser considerada científica, a diferencia de la espontánea o casual, debe reunir los siguientes requisitos:

- Servir a un objetivo ya formulado de investigación.
- Ser controlada y relacionada con proposiciones más generales, en vez de ser presentada como una serie de curiosidades interesantes.
- Estar sujeta a comprobaciones de validez y fiabilidad.

Este método por sus características es el que permite una menor amplitud de control, ya que por muy restringido que sea el medio natural escogido, las propias circunstancias ambientales harán que el control que se pueda ejercer en las observaciones sea bastante restringido.

EJEMPLO Estudios demográficos, estudios epidemiológicos, estudios descriptivos.

Es un método que constituye un gran instrumento para la ciencia, sobre todo en las primeras fases de investigación. Aunque la restricción del control de la observación parezca un inconveniente para la objetivación y cuantificación de los datos, tiene la ventaja de permitir una mayor espontaneidad.

En cuanto a las limitaciones hay que tener en cuenta que se da la imposibilidad de predecir muchas veces cuándo ocurrirá el fenómeno a investigar, la aparición de fenómenos inesperados que interfieran en la observación, la duración de algunos sucesos o la cuantificación de los datos.

Método comparativo

Existe una gran confusión por parte de algunos autores al hablar del método comparativo o comparado, de método diferencial y de método correlacional. Burgaleta y Fernández⁷ aclaran esta confusión indicando que “*los métodos comparativos pueden dar lugar a dos clases de diseños: diseños propiamente comparativos y diseños correlacionales*”.

Se puede considerar como un nexo entre el método natural y el experimental en cuanto a la amplitud del control que permite, ya que posibilita un mayor control que el método natural, pero no alcanza el rigor y la precisión del método experimental.

También se puede decir que constituye una fuente inagotable de hipótesis susceptibles de verificación experimental, y que permite un considerable nivel de cuantificación de las observaciones y por consiguiente la objetivación de las mismas.

En este método ya permite una manipulación de selección de las variables independientes o variables cuyo efecto se desea estudiar. La manipulación de selección propia del método comparativo solamente permitirá el primero de estos dos requisitos, la elección de las variables independientes y sus valores.

- **Diseños comparativos.** Tienen una estructura semejante a la de los diseños experimentales. Su principal diferencia es la naturaleza de las variables independientes, se emplean las diferencias ya existentes (sexo, edad, por ejemplo). Se utilizan los mismos procedimientos estadísticos que en los diseños experimentales (en los que no se va a profundizar en este módulo).
- **Diseños correlacionales.** Además de ajustarse a los supuestos básicos del método comparativo, se aplican a hipótesis de naturaleza meramente correlacional, con énfasis en la medida y cuantificación de las variables estudiadas. Permite llegar al conocimiento de las posibles conexiones entre los fenómenos investigados. No existe un criterio fijo para la elección de las variables independientes y dependientes, es una cuestión más bien arbitraria, debido a que no existe una relación de causalidad entre las variables, sino una correlación entre ellas.

La diferencia fundamental entre estos diseños y los experimentales reside, fundamentalmente en que los correlacionales no implican necesariamente causalidad, sino simple relación entre dos o más fenómenos observados.

7 Burgaleta, R. Y Fernández, J. (1985). Metodología de la Psicología Diferencial. Madrid. Universidad Complutense.

EJEMPLO

La relación existente entre el hábito de fumar y el cáncer de pulmón.

En este caso es por todos conocida la alta correlación que existe entre estos dos hechos, sin embargo esto no implica que uno de ellos sea la causa del otro, sino simplemente que están relacionados.

Método experimental

Todo lo dicho anteriormente sirve de introducción al método experimental que está en la cumbre del método científico en lo referente a la amplitud de control que permite y por tanto a la validez que goza en relación con los restantes métodos científicos, aunque por supuesto es con relación a ellos, ya que dentro de este método no todos los diseños gozan en el mismo grado de dicho control.

En cuanto a la amplitud del control, es el método experimental el que lo utiliza en su más alto grado, y esto se debe a que mediante él se ejerce ese control de manipulación intencional ya comentado, en las variables a estudiar o variables independientes, y un control de constancia sobre todas aquellas variables extrañas o contaminadoras que pudieran actuar conjuntamente con las variables independientes, produciendo una contaminación indeseada sobre los efectos observados en las variables dependientes. Así, los resultados o efectos sobre las variables dependientes podrán atribuirse exclusivamente a la actuación de las variables independientes.

El objeto del método, por tanto, es establecer una relación de causalidad entre variables, donde la causa debe ser atribuida a las variables independientes y el efecto debe ser hallado en las variables dependientes.

A diferencia de los métodos anteriores, en el experimental el investigador provoca la respuesta de los sujetos, cometiéndoles a una situación experimental preconcebida, y mediante un instrumento básico, el experimento.

4.3. Métodos de investigación

Al adentrarse a realizar una investigación es necesario tomar una postura metodológica. Siendo que el objetivo principal de cualquier ciencia es adquirir conocimientos, es de vital importancia dar con el método adecuado para poder acceder y conocer la realidad que se quiere conocer. Los métodos inductivos y deductivos tienen objetivos distintos y podrían ser resumidos como “desarrollo de la teoría” y “análisis de la teoría” respectivamente.

Al hablar de investigación científica aparecen dos posibles enfoques, el cualitativo y el cuantitativo.

D DEFINICIÓN

Investigación cuantitativa
Recoge y analiza datos sobre variables, suele estar relacionada con el método deductivo.

D DEFINICIÓN

Investigación cualitativa
Es aquella que evita la cuantificación, está relacionada generalmente con el método inductivo.

Es necesario tener en cuenta que la gran diferencia hallada entre la metodología cuantitativa y la metodología cualitativa es que, mientras la primera estudia la relación entre las variables que se cuantifican, la segunda se encarga de la identificación de la naturaleza de las realidades, de su sistema de relaciones.

4.3.1. Método cuantitativo

El método cuantitativo tiene su origen en la investigación de las ciencias naturales y agronómicas. Está basado en las teorías positivistas del conocimiento del siglo XIX y principios del XX llevados a cabo por autores como Comte y Durkheim⁸.

A ATENCIÓN

Positivismo
“El único conocimiento auténtico es el conocimiento científico, que solo puede surgir de la afirmación positiva de las teorías mediante el método científico”.
Es el análisis de los hechos reales verificados mediante la experiencia.

⁸ Moya Cantero, E. (1998). La disputa del positivismo en la filosofía contemporánea. Murcia: Servicio de publicaciones Universidad de Murcia.

Hoy en día es el método más importante aplicado dentro de las ciencias naturales y en el mundo de la educación.

El paradigma cuantitativo proviene del positivismo lógico que busca los hechos o causas de los fenómenos sociales, sin prestar mucha atención al estado subjetivo del individuo. Dado que la naturaleza de este modelo es cuantitativa, está centrado en encontrar la precisión y el rigor que caracteriza a la Ciencia.

Este método también se ha denominado por otros nombres cómo: racionalismo, científico-naturalista, científico-tecnológico o sistemático gerencial.

Características del método cuantitativo

Este método se caracteriza por ser un método que genera datos numéricos para ser analizados de modo formal y riguroso.

En la investigación cuantitativa el objetivo principal es hallar y determinar el grado o fuerza de correlación o asociación existente entre variables. La generalización y objetivación de los resultados obtenidos.

Las características principales de las investigaciones cuantitativas son que:

- Plantean la realidad como algo objetivo, relativamente constante y adaptativo al paso del tiempo.
- Observan relaciones causales entre los fenómenos desde una perspectiva mecanicista.
- Se centran en el estudio de fenómenos ya sea en situaciones naturales o artificiales, analizando la realidad y descomponiéndola en variables a las que somete a una medición intensa y bajo control.
- Mantienen una postura de objetividad, intentando alejarse de la subjetividad de los participantes de la investigación y el contexto.
- Extraen datos numéricos que pueden representar el ambiente, infiriendo a través de los datos para ir más allá y emplea estadísticas para generalizar las conclusiones de una muestra a la población a la que pertenece.
- Usan conceptos preestablecidos y teorías para determinar cuáles van a ser las variables a medir.

De este modo puede concluirse que el método cuantitativo:

- La única forma de poder llegar al conocimiento es la objetividad, con el uso de la medición íntegra y controlada, queriendo llegar a la evidencia del mismo.
- El objeto de estudio es el elemento singular empírico. Debe existir relación de independencia entre el objeto y el sujeto, pues el investigador es un observador externo.

- La base de la investigación es la teoría, la cual crea la génesis, el marco y la finalidad.
- Ha de haber una comprensión explicativa y predictiva de lo real, objetiva, única, estática y reduccionista.
- Bajo una estrategia deductiva se llega a una concepción lineal de la investigación.
- Uso del método Hipotético-Deductivo.

Estadística, medida y método en investigación cuantitativa

El trato de los datos cuantitativos debe ser estadístico, se les asignan significación numérica para poder hacer inferencias.

La estadística es la ciencia más usada de las matemáticas en el abordaje de la investigación cuantitativa. El uso de métodos estadísticos dentro de campos como la biología, la economía o las ciencias sociales es frecuente. Se comienza por la recogida de datos enmarcados en una teoría o una hipótesis a la que seguirá un estudio estadístico descriptivo.

Se estudian las relaciones causales controlando las variables que entran en la investigación de forma que se sepan cuáles son las variables relevantes y las que pudieran contaminar la investigación.

Las relaciones y las asociaciones empíricas se estudian a su vez de forma frecuente haciendo uso de un modelo lineal general, modelos no lineales o análisis factoriales.

Un principio básico en la investigación cuantitativa es la correlación.

D DEFINICIÓN

Correlación
Indica la fuerza y la dirección de una relación lineal entre dos variables aleatorias.

La correlación nunca implicará causalidad. Este principio es tenido en cuenta para evitar una posible falsa relación entre las variables entre las que sí existe covariación en determinado grado.

D DEFINICIÓN

Covariación
Es la relación existente entre dos magnitudes o series estadísticas, de manera que todo aumento o disminución de una de ellas se traduce en un aumento o disminución de la otra.

Estas correlaciones se pueden analizar entre las combinaciones continuas y sus categorías usando métodos estadísticos.

Principales métodos cuantitativos

Los principales métodos cuantitativos son:

- Técnicas experimentales aleatorias.
- Técnicas cuasiexperimentales.
- Test.
- Análisis estadísticos multivariados.
- Estudios de muestra.

Cuando las investigaciones cuantitativas se usan en el marco cualitativo. Investigación mixta

Los métodos cuantitativos pueden ser usados en un marco cualitativo global. Los métodos cualitativos se pueden usar para entender el significado de los números producidos por métodos cuantitativos. Usando métodos cuantitativos, se puede explicar de forma concreta y medible las ideas cualitativas. Esta combinación de los datos cuantitativos y cualitativos se denomina investigación de mezclar-métodos.

4.3.2. Método cualitativo

La investigación cualitativa es un método de investigación que se emplea generalmente en las ciencias sociales haciendo uso de la recolección de datos, que no son de naturaleza cuantitativa, con el fin de estudiar las relaciones sociales y estructurales para conseguir una descripción de la realidad tal y cómo es experimentada por los sujetos.

Nace como alternativa al paradigma racionalista, dado que hay cuestiones que no se pueden abordar desde una perspectiva cuantitativa. Este enfoque alternativo nace fundamentalmente de la antropología, la etnografía, el interaccionismo simbólico, etc.

Se puede enmarcar el origen del enfoque cualitativo dentro de la corriente fenomenológica. Este movimiento filosófico aparece a comienzos del siglo XX en Alemania y tiene como figura más representativa a Edmund Husserl⁹ (“aprende a ver”).



Fenomenología

Corriente que estudia la relación entre los hechos (fenómenos) y el ámbito en que se hace presente esta realidad (psique, conciencia).

⁹ Moran, D. (2005). Edmund Husserl. Founder of Phenomenology. Cambridge: Polity

La fenomenología trata de la conciencia en todas sus distintas manifestaciones de vivencia, actos y correlatos. *“Es una ciencia de esencias que pretende llegar solo a conocimientos esenciales y no fijar, en absoluto, hechos. La fenomenología ha reflexionado, se ha apoyado, ha combatido, contra el psicologismo, contra el pragmatismo, contra una etapa del pensamiento occidental”.*

Características del método cualitativo

Las características principales de la investigación cualitativa son:

- El objeto de estudio del método cualitativo es la construcción de teorías prácticas, estudiada desde la práctica y constituida por reglas, no por leyes.
- La teoría proviene de un análisis y reflexión desde la práctica, pues la realidad está formada no solo por hechos que pueden ser observados y externos, sino por significados, interpretaciones y símbolos que el mismo sujeto elabora a través de las interacciones con el resto de sujetos.
- Da una importancia fundamental a la relevancia en sí del fenómeno, y no tanto a la validez interna (rigor) del método cuantitativo.
- Pretende acceder a una explicación de la realidad dentro de un contexto determinado, no pudiendo desglosar el estudio en variables dependientes e independientes.
- Defiende la variedad de métodos y adopta las estrategias de investigación propias de la acción del ser humano, (observación participativa, estudio de caso, etc.).
- Describe el hecho en el que se desarrollo la acción, tomando una metodología de carácter cualitativo basada en una rigurosa descripción dentro del contexto del hecho o la situación, garantizando de este modo la máxima intersubjetividad en la percepción de una realidad compleja mediante una rigurosa y sistemática recogida de datos que pueda posibilitar un análisis y una interpretación del fenómeno en cuestión.
- Existe un desarrollo de hipótesis individualizado a cada caso individual.
- No hay una búsqueda de causalidad o explicación del comportamiento, sino de comprender el fenómeno.
- En este método la realidad no es estática ni una realidad que viene impuesta, sino que es creada, es global, holística y polifacética. *“No existe una única realidad, sino múltiples realidades interrelacionadas”.* Pérez Serrano¹⁰.
- El individuo es un sujeto activo que interactúa, que es capaz de compartir significados.

10 Pérez Serrano, G. (1994). Investigación cualitativa: Retos e Interrogantes. Madrid: Editorial la Muralla.

La investigación cualitativa a diferencia de uso estadístico que se daba en la investigación cuantitativa, se basa en registros narrativos de los fenómenos que van a ser objeto de estudio mediante técnicas como pueden ser la observación participante o las entrevistas no estructuradas.

En la investigación cualitativa se trata de identificar la naturaleza intrínseca de la realidad, su sistema relacional, en conclusión, su estructura dinámica.

Para el estudio se sigue un proceso cíclico; una vez identificado el fenómeno que se quiere investigar, se identifican los sujetos de estudio y se genera unas hipótesis que han de servir de guía para la investigación. Se recopilan los datos y se analizan. Finalmente se hace una entrega de conclusiones.

El estudio de caso se usa en disciplinas como la Antropología, la Psicología o las Ciencias Políticas. Sus característica es que ha de ser holístico, sistemático y profundo.

Principales métodos cualitativos

Los principales métodos cualitativos son:

- Análisis interpretativo.
- Interaccionismo simbólico.
- Investigación Etnográfica.
- Investigación-acción.
- Investigación participante.
- Análisis sociocrítico.

4.3.3. Diferencias y semejanzas del método cuantitativo y el método cualitativo

La adquisición de conocimientos es para cualquier ciencia su principal propósito, y para este propósito ha de cuidarse meticulosamente el método, eligiendo el más idóneo para conocer la realidad. La elección del método es primordial a la hora de evitar cometer los errores más habituales, dar por válido el conocimiento erróneo y viceversa.

Si en la investigación cuantitativa los datos extraídos de las variables son recogidos y analizados, en la investigación cualitativa se evita esta cuantificación. Los investigadores cualitativos se dedican a crear registros narrativos de los hechos que estudian mediante las técnicas de la entrevista no estructurada o la observación participante.

Así, mientras la metodología cuantitativa estudia la relación entre variables medidas y cuantificadas, en la cualitativa se hace sobre contextos situacionales y estructurales.

La investigación cuantitativa se dedica a establecer la potencia de la relación entre variables, la fuerza de su asociación, la objetivación y generalización de los resultados que de una población general ha dado una muestra. Una vez realizada la asociación o correlación del estudio, puede hacerse una inferencia causal que dé una explicación de por qué las cosas suceden o no de una forma determinada.

La investigación cualitativa pretende identificar la naturaleza intrínseca de las realidades, su estructura dinámica y el sistema de relaciones.

La metodología cuantitativa queda enmarcada en el positivismo perteneciente al primer tercio del siglo XIX, como una reacción frente al empirismo que se dedicaba a la recogida de datos sin ir a un estudio ni a un análisis posterior más allá de la simple observación.

A comienzos del siglo XX nace el neopositivismo o positivismo lógico que contribuirá al proceso de investigación con la inducción probabilística.

El contraste de la hipótesis de probabilidad es un punto base del positivismo lógico, y el poder enunciar y elaborar teorías generales a partir de la demostración de las hipótesis aceptadas.

La estadística proporciona instrumentos cuantitativos de contraste de hipótesis y la posibilidad de poder aceptar o rechazar esas hipótesis con una seguridad determinada. De esta forma, el método científico, una vez realizada la observación, crea una hipótesis que se contrasta para poder, posteriormente, emitir unas conclusiones extraídas de este contraste de hipótesis.

El poder contrastar hipótesis verificadas repetidas veces, no ofrece la garantía total y absoluta de su generalización, pues como diría Karl Popper¹, no existe ningún método que sea capaz de garantizar que su generalización sea válida.

EJEMPLO

Un ejemplo clásico de Karl Popper en el que rebate las teorías positivistas sobre la generalización de hipótesis.

“Todos los cisnes de Austria son blancos... no se dispone de datos sobre el color de los cisnes fuera de Austria, luego todos los cisnes son blancos...”.

Dice Magee: *“aunque ningún número de enunciados de observación referidos a observaciones de cisnes blancos nos autoriza a derivar lógicamente el enunciado “Todos los cisnes son blancos”, basta un solo enunciado de observación, referido a una sola observación de un cisne negro, para que podamos derivar lógicamente el enunciado “No todos los cisnes son blancos”. En este importante sentido, las generalizaciones empíricas resultan ser, aunque no verificables, falseables. Esto significa que las leyes científicas son contrastables a pesar de que no se pueden probar (verificar): pueden ser contrastadas mediante intentos sistemáticos de refutación”*

Hoy no disponemos de ningún método que pueda con absoluta garantía la generalización de que una hipótesis es válida, aunque si podemos rebatir una hipótesis con una sola evidencia en contra de ella. Como dice Karl Popper sobre la ciencia “busca explicaciones cada vez mejores”.

11 Popper, K. (1982). La lógica de la investigación científica. Madrid: Tecnos.

- En la investigación cuantitativa se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables.
- En la investigación cualitativa se evita la cuantificación. Los investigadores cualitativos realizan registros narrativos de los fenómenos que se estudian mediante técnicas como la observación participante y las entrevistas no estructuradas.
- La gran diferencia entre metodología cuantitativa y cualitativa es que la primera estudia la asociación o relación entre variables cuantificadas y la segunda lo hace en contextos estructurales y situacionales.
- La investigación cualitativa pretende identificar la naturaleza profunda de la realidad, su sistema de relaciones, su estructura dinámica; mientras que la investigación cuantitativa trata de determinar la fuerza correlativa entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de las muestras para hacer inferencia a una población de donde procede la muestra. Pudiendo hacer inferencia causal que explique por qué las cosas suceden o no de una forma determinada una vez que se ha estudiado la correlación existente.

Los métodos cuantitativos son muy potentes en cuanto a términos de validez externa puesto que si tenemos una muestra lo suficientemente representativa de la población se puede hacer una inferencia a dicha población a partir de esa muestra con una precisión y falibilidad determinada. Por el contrario en cuanto al método cualitativo existen muchas limitaciones a la hora de poder generalizar sus resultados.

D DEFINICIÓN

Validez estadística
Indica la capacidad de la escala para medir las cualidades para las cuales ha sido construida y no otras parecidas.

Una escala confusa no puede tener validez, lo mismo que en una escala que esté midiendo, a la vez e indiscriminadamente, distintas variables superpuestas. “Una escala tiene validez cuando verdaderamente mide lo que afirma medir”.

D DEFINICIÓN

Fiabilidad
Se refiere a la consistencia interior de una escala, a su capacidad para discriminar de forma constante entre un valor y otro.

A

ATENCIÓN

A la hora de determinar un método cuantitativo o cualitativo, debemos responder a la pregunta ¿cómo de particularizables son nuestras generalidades?

Diferencias método cuantitativo y método cualitativo	
Método Cuantitativo	Método Cualitativo
Positivismo lógico.	Fenomenología.
Objetividad.	Subjetividad.
Medición controlada.	Observación directa.
Inferencia a partir de resultados.	Inferencia de datos.
Inferencial.	Descriptivo.
Deductivo.	Inductivo.
Confirmatorio.	Exploratorio.
Orientado al resultado.	Orientado al proceso.
Solidez y robustez en los datos.	Riqueza y profundidad en los datos.
Capacidad de generalización.	No posibilidad de generalización.
Particularista.	Holístico.
Concepto estacionario de la realidad.	Concepto dinámico de la realidad.
Sujetos como material de estudio.	Relación comunicativa con los sujetos.
Centrada en dar respuesta.	Centrada en generar preguntas.
Validez externa fuerte.	-----
Cuestión a resolver: ¿se pueden generalizar los resultados?	Cuestión a resolver: ¿cómo de particularizables son los hallazgos?

Figura 4.4. Diferencias entre el método cuantitativo y el método cualitativo.

4.4. Conceptos básicos y metodológicos de la experimentación

El experimento es el instrumento básico de que se vale el método experimental para alcanzar un conocimiento científico.

D DEFINICIÓN

Experimento

Es la situación en la que el investigador provoca el fenómeno que desea observar, bajo unas condiciones de control previamente establecidas por él, para poder observarlo después con la mayor precisión posible.

4.4.1. Características fundamentales del experimento

Tal y como se está mencionando durante toda la unidad didáctica, el sentido más directo de experimento es el de instauración de una situación o suceso (de manera artificial), generalmente con la intención de someterla a algún tipo de estudio y observación. Sin duda éste es el primer aspecto fundamental del método. Para entender mejor qué es un experimento, se estudiará punto por punto los elementos de la definición de experimento:

- **Provocación del fenómeno.** Esta característica es específica del método experimental. Supone que el experimentador es libre de realizar de una u otra forma el experimento. Que el experimentador provoca el fenómeno significa que manipula libremente los valores de una o más variables (variables independientes de las que se hablará más adelante), para estudiar su influencia sobre otra y otras variables (variables dependientes). El experimentador no suele esperar a que tenga lugar el fenómeno, sino que él mismo lo introduce para que ocurra, obteniendo así la ventaja de que se pueda llevar a cabo el mismo experimento en las mismas condiciones cuantas veces se desee, pudiendo asimismo seleccionar dichas condiciones.
- **Control establecido.** El control implica que cuando el experimentador provoca el fenómeno en cuestión, debe aislarlo de la influencia de cualquier otro factor que pudiera actuar conjuntamente con él, para poder concluir después, que los resultados obtenidos se deben a los agentes que provocaron el fenómeno y no a esos otros factores.

Dicho de otra manera, que los efectos producidos en las variables dependientes puedan ser atribuidos únicamente a las variables independientes y no a otras variables extrañas o contaminadoras que pudiesen actuar conjuntamente con ellas.

R

RECUERDA

Controlar es eliminar o mantener constante la acción de otras variables distintas de las que se manipulan, para observar el efecto de éstas sobre algún otro aspecto.

- **Observación precisa.** También denominada observación sistemática, que como ya se mencionó no es privativa del método experimental, sino común a todo el método científico.

Esta observación exige del experimentador que esté preparado para observar en el momento en que tenga previsto que se dará el fenómeno, y que tendrá todo el material, técnicas de registro, etc. para estudiar el fenómeno en el momento que se produzca.

En ese sentido el método experimental aventaja a los otros métodos científicos por el hecho de que el fenómeno se produce cuando el experimentador lo desea y en las condiciones que él establece, y por tanto la observación puede ser mucho más precisa. Además de tener siempre la oportunidad de repetirlas a otros experimentadores, a los que previamente haya dado a conocer las condiciones en que se realizó el experimento.

N

NOTA

Para trabajar los términos que observaremos en el desarrollo de esta unidad se ofrece el siguiente supuesto práctico.

SUPUESTO PRÁCTICO

INTRODUCCIÓN

El aumento de la eficiencia es muy importante por el ahorro de combustible, actualmente, los complementos retributivos son función de esta eficiencia y permiten discriminar las que deben ser objeto de fomento.

Una empresa de mantenimiento de instalaciones térmicas pretende realizar el siguiente estudio.

METODOLOGÍA

Se desarrolla un experimento en dicha empresa de mantenimiento de instalaciones térmicas para averiguar si el fluido portador: agua, vapor o aceite térmico tienen efectos significativos sobre el rendimiento de calderas de calor con combustión de líquidos.

Se preparan tres pruebas para cada uno de los tres tipos de fluidos.

4.4.2. Definición de términos

En este apartado se definen y determinan los elementos más importantes del método experimental.

4.4.2.1. El problema

Puesto que el fin de una investigación es la clarificación de un problema, el primer paso de toda investigación ha de ser la determinación de dicho problema. Esto implica no solo haber determinado un tema sobre el que se quiera investigar, sino que dicho tema sea un tema investigable, es decir, que sea un tema abierto, un tema sobre el que puedan realizar preguntas, un tema problemático.

Es la primera etapa de la investigación, la más difícil y la más importante. Requiere una gran iniciativa, amplios conocimientos sobre la materia de estudio, así como una capacidad de concreción tal, que el problema, por ambiguo que resulte, no llegue a resultar irresoluble. Es la más importante porque de su correcta o incorrecta formulación se desprenderá en gran parte las conclusiones que contribuirán a aportar algo o nada al conocimiento científico.

Un problema, como ya se planteó, es esencialmente una pregunta. El por qué sobre un fenómeno concreto. En el problema científico deben aparecer relacionadas dos o más variables y, concretamente, en el método experimental esa relación ha de ser de causalidad. Al menos una de esas variables ha de poder ser manipulable.

- **Fases del problema.** Antes de comenzar la investigación es necesario que exista un problema, y para precisar con claridad cuál es este problema se deben considerar las siguientes fases:

1. **Detección del problema.** Lo primero que hay que hacer es encontrarlo o al menos intuir su existencia, las principales causas son:

- Cuando ante un hecho o situación determinada no se tiene respuesta.
- Cuando los resultados de varias investigaciones anteriores no concuerdan o se contradicen abiertamente.
- Cuando existe un “espacio” que quedó sin estudiar en investigaciones anteriores.

P

PREGUNTA

¿Cómo y dónde detectarlos?

- La fuente principal son las publicaciones o informes de otras investigaciones que permitirán: la replicación de experimentos, sacar problemas de conclusiones ya planteadas y aprovechar el fenómeno de Serendipity.
- No obstante, otras fuentes importantes de problemas además de las publicaciones podrían ser la experiencia personal;
- Las necesidades prácticas.
- Los equipos de trabajo.

2. Elaboración del problema. Detectado el problema por alguna de las causas y fuentes mencionadas hay que concretar el problema analizándolo y elaborándolo recorriendo los siguientes pasos:

- El análisis exhaustivo de la bibliografía. Para ver hasta qué punto se ha investigado acerca de este tema y si merece la pena continuar con él. Se podrá realizar mediante las fuentes de documentación y los centros de documentación.
- El resumen de la historia del problema. Comprender la literatura leída más directamente relacionada con el tema que se va a estudiar, resumida y ordenada cronológicamente (sujetos, muestras, enfoques teóricos, métodos científicos, variables relevantes, instrumentos, etc.)
- Comentario con expertos. Aunque no es un paso necesario resulta conveniente, ya que una duda comentada a tiempo con otros investigadores con experiencia en el problema puede ahorrar tiempo y errores.

3. Formulación del problema. Consiste en expresar éste, reduciéndolo a términos claros y precisos.

La manera más adecuada es plantearlo en forma de pregunta, en la cual aparezcan relacionadas de forma inequívoca por lo menos dos variables (una independiente y otra dependiente).

R RECUERDA

De una incorrecta formulación del problema se desprenden muchas veces numerosos errores cometidos en la investigación.

E EJEMPLO

Formulación del problema del supuesto práctico.

¿Influye sobre el rendimiento de las calderas de calor de combustible de líquidos el tipo de fluido portador?

4. Evaluación del problema. Así como las tres fases anteriores deben darse en el mismo orden, a partir de esta otra no existe un orden establecido. La evaluación del problema consiste fundamentalmente en comprobar en cuál de las dos grandes categorías de problemas (resolubles e irresolubles) se puede considerar incluido el que se quiere formular o se tiene ya formulado.

Puesto que la ciencia trabaja solamente con hipótesis comprobables, y éstas para ser comprobables tienen que proceder de problemas resolubles.

- Un problema resoluble es aquel que puede resolverse con las capacidades humanas normales.

- Los problema irresoluble son aquellos que carecen de solución, y si se trata de problemas científicos, como consecuencia de esa ausencia de solución, sus correspondientes hipótesis no serán comprobables.

5. Decisión sobre el problema. Suponiendo que después de analizar los criterios de resolubilidad del problema, se evalúa como resoluble, entonces habrá que considerar si vale la pena o no resolver, por ejemplo:

- Que el problema sea verdaderamente original e interesante.
- Que los resultados que de él se desprendan puedan alcanzar un alto grado de generalización, etc.

4.4.2.2. La hipótesis

La hipótesis constituye la segunda fase del método experimental. Una vez formulado el problema, se hace necesario encontrar una solución.

D	DEFINICIÓN	<p>Hipótesis</p> <p>Es la solución tentativa o avance de solución que se ofrece al problema, y que se someterá posteriormente a comprobación empírica.</p>
---	------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

En la formulación de la hipótesis científica, al igual que sucede con el problema, deben aparecer relacionadas al menos dos variables, y si la hipótesis es experimental, esa relación ha de ser de causalidad, y al menos una variable (independiente) debe ofrecer la posibilidad de ser manipulada libremente por el experimentador.

Su función es eminentemente orientadora, va a guiar al investigador acerca de la realización de todo el experimento, desde cuáles son las observaciones que se deben realizar, hasta cómo deben realizarse éstas y analizarse los datos obtenidos.

Fuentes de hipótesis

La formulación de hipótesis forma parte de la etapa propiamente creativa de la investigación. No obstante, es imprescindible destacar además las siguientes fuentes de hipótesis:

- Los conocimientos del investigador sobre el área que trata de estudiar. Al igual que en la fase del problema las fuentes de información, la revisión exhaustiva de la literatura existente sobre el tema a abordar ofrecerá nuevas hipótesis a partir de los resultados obtenidos en otras investigaciones.
- La propia experiencia del investigador.
- El fenómeno de Serendipity que ya se explicó anteriormente y que consiste en encontrar nuevas hipótesis de forma casual. Esta fuente será válida en cuanto habrá nuevas posibilidades a la ciencia, y a pesar de constituir un hallazgo casual, será tratado con el mayor rigor científico.

Fases

Como ya se ha mencionado es una fase creativa, muchos autores consideran que ésta pasa por las mismas fases del pensamiento creador:

- **Preparación.** Una vez formulado el problema, se vuelve a la bibliografía para buscar sus posibles soluciones.
- **Incubación.** Sopesar los pros y contras de cada posible solución sin determinar una concreta.
- **Inspiración.** Es la fase en la que se encuentra una solución apropiada.
- **Verificación.** No hay que confundir esta fase con la verificación en sentido de determinar su veracidad empíricamente (es una fase posterior en la investigación), sino en el sentido de evaluarla para ver si merece la pena seguir con ella.

Formulación de hipótesis

La hipótesis puede ser formulada de diferentes formas, pero existen dos requisitos fundamentales:

- Una relación funcional entre las variables.
- Una susceptibilidad de comprobación empírica.

Esto implica que en la formulación de la hipótesis debe haber siempre por lo menos dos variables relacionadas entre sí y que esta relación debe ser susceptible de comprobación empírica.

Las hipótesis constituyen siempre enunciados sintéticos, es decir, con un cierto grado de probabilidad de ser verdaderas o falsas, por tanto no serán nunca enunciados analíticos, ni enunciados contradictorios.

E

EJEMPLO

Un enunciado sintético sería “yo soy alto”, lo cual será verdadero o falso con una determinada probabilidad ($1 > P > 0$).

Un enunciado analítico sería “yo soy alto o bajo”.

Un enunciado contradictorio sería “yo soy alto y bajo”.

Existen distintas formas en las que se puede formular.

- **Enunciado matemático.** La relación funcional entre las variables viene expresada mediante una función matemática $Y=f(X)$, donde Y es la variable dependiente (aspecto medido) y X la variable independiente (variable manipulada).

Esta es la forma óptima de formular la hipótesis, sin embargo no siempre pueden ser formuladas así, ya que exige, por una parte, que las variables sean expresadas de forma numérica lo cual no siempre es posible, y por otra, que los conocimientos en el área que se estudia estén en fase muy avanzada. Por tanto generalmente la primera hipótesis en un área determinada difícilmente podrá ser matemática.

- **Fórmula lógica de implicación general.** Fue propuesta por Russel y adapta la forma “si A, entonces B”. “A” suele ser conocida como la condición antecedente y “B” la condición consecuente.

Este tipo de formulación no es frecuente en la literatura científica, pero debe existir esta posibilidad ya que obliga al experimentador a establecer claramente las relaciones existentes entre las variables estudiadas. En los informes experimentales las hipótesis suelen ser planteadas en forma de expectativas (siempre admitiendo la posibilidad de ser).

EJEMPLO

Formulación de la hipótesis del supuesto práctico.

- **Formulación lógica:** la utilización de aceite de combustión como fluido portador en calderas de calor de combustible de líquidos influirá positivamente sobre su rendimiento.
- **Formulación expectativa:** cabe esperar que si empleamos aceite de combustión como fluido portador en calderas de calor de combustible de líquidos mejorará su rendimiento.

- **Hipótesis nula.** La hipótesis nula (H_0) es aquella que es aceptada provisionalmente como verdadera y que es sometida a comprobación experimental, y así, a la vista de los resultados obtenidos, la seguiremos aceptando como verdadera o la rechazaremos como tal. No obstante, el significado original de “hipótesis nula” (también llamada “estadística”) es el de suponer que es nula la diferencia entre las distintas condiciones experimentales y que si existen diferencias son debidas al azar.

Tipos de hipótesis

A la hora de clasificar las hipótesis pueden seguirse diferentes criterios que se aportan de manera esquemática en el siguiente cuadro.

Grado de generalidad	
Hipótesis Universales	Hipótesis Existenciales
Establecen relaciones válidas entre las variables, para todos los casos y en cualquier momento y lugar.	Establecen relaciones válidas entre las variables, al menos en un caso particular, por lo tanto como mínimo se afirma que le fenómeno existe.
“Si todos los niños reciben caramelos cuando al salir de clase pasan por el despacho de la directora, entonces todos los niños pasarán por el despacho de la directora al salir de clase”.	“Si a Juan le damos caramelos cuando al salir de clase pasa por el despacho de la directora, entonces Juan pasará por el despacho de la directora al salir de clase.”

Figura 4.5. Hipótesis según el grado de generalidad.

Relación entre las variables		
Hipótesis Experimentales	Hipótesis Diferenciales	Hipótesis correlacionales
Se establece una relación funcional de casualidad, entre dos o más variables.	Se establece una relación de diferenciación entre dos o más valores de las variables en función de diferencias ya existentes.	La relación establecida entre las variables es de tipo correlacional.
“Si aumentamos el número de ensayos en el aprendizaje de un laberinto digital, entonces los sujetos cometerán menos errores al final de la fase de entrenamiento”.	“Las niñas tienen un dominio del lenguaje más temprano que los niños”.	“Los sujetos que puntúan más alto de test de inteligencia general, puntuarán también más alto en el factor Fluidez Verbal”.

Figura 4.6. Hipótesis según la relación entre variables.

Clase de variables relacionadas		
Hipótesis Empíricas	Hipótesis Teóricas	Hipótesis Teórico-Empíricas
Solo establecen relaciones entre variables empíricas (aquellas que se pueden manipular y controlar directamente).	Establecen solamente relaciones entre variables teóricas o hipotéticas (aquellas que no se pueden manipular ni controlar directamente).	Establecen relaciones entre variables teóricas y variables empíricas.

Figura 4.7. Hipótesis según la clase de variables relacionadas.

Grado de Predicción	
Hipótesis Explícita	Hipótesis Informal
Predice la relación explícita entre el valor o los valores de la variable independiente y la variable dependiente.	Suele ser una hipótesis exploratoria y se da en aquellos campos o áreas en los que la investigación se encuentra en sus comienzos. Se suele empezar por ver si la variable independiente influye en la variable dependiente.

Figura 4.8. Hipótesis según el grado de predicción.

Evaluación de hipótesis

Una vez planteado el problema y formulada la hipótesis, antes de pasar a ver si los datos la confirman, hay que determinar si es adecuada valorando los siguientes criterios.

- Que la hipótesis sea comprobable.
- Que la hipótesis concuerde con los restantes conocimientos en su área.
- Que sea sencilla.
- Que tenga simplicidad lógica.
- Que sea relevante al problema.
- Que sea susceptible de una expresión científica.
- Que admita el mayor grado de generalización.

4.4.2.3. Las variables

Los científicos emplean el término variable para designar a los constructos que son susceptibles de tomar diversos valores (al menos dos), utilizando por tanto el término variable como sinónimo de constructo.

D DEFINICIÓN	Constructo Es un concepto creado exclusivamente para fines científicos y puede tener un significado más o menos extenso del que tendría como concepto.
------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Existen diferentes modos de clasificar las variables, así como diversas terminologías empleadas por diferentes autores para designar un mismo tipo de variables. A continuación se recogen algunas de las clasificaciones más interesantes, así como la terminología más habitual.

1. Según el tipo de medida que permiten. Hay dos tipos de variables:

- **Variables cualitativas.** Son aquellas cuyos diferentes valores no poseen una dimensión de magnitud, son que tan solo se pueden incluir dentro de determinadas categorías (por ejemplo, el sexo).
- **Variables cuantitativas.** Son aquellas cuyos valores sí poseen una dimensión de magnitud y pueden ordenarse según esa magnitud o tamaño. Estas variables pueden ser de dos tipos:
 - Variables continuas. Son aquellas que pueden tomar un número teóricamente infinito de valores, dentro de una determinada amplitud y permiten ordenar dichos valores. Deben poder medirse con un alto grado de precisión (por ejemplo, el peso, la altura, etc.)
 - Variables discontinuas. También se les denomina categóricas o discretas, y son aquellas que solo pueden tomar un número limitado de valores dentro de una determinada amplitud y lo mismo que en el caso anterior, permiten ordenar dichos valores. No admiten un grado de precisión en la medida tan alto como las anteriores, sino una enumeración natural (por ejemplo, el número de personas que hay en un aula). Su medida no acepta valores intermedios (en el ejemplo del aula, no puede haber 21,3 alumnos).

2. Según el control de manipulación del ejercicio. Pueden ser de dos tipos:

- **Variables experimentales.** También llamadas activas o manipuladas. Son propias del método experimental y permiten el nivel de manipulación intencional por parte del experimentador (por ejemplo, la iluminación, el ruido, etc.).

- **Variables seleccionadas.** También llamada asignadas o atributos. Son aquellas que solo permiten un nivel de manipulación de selección por parte del experimentador (por ejemplo, el experimentador puede tomar la variable sexo y ver las diferencias entre hombres y mujeres, pero no podrá asignar aleatoriamente el valor de hombre o mujer a un sujeto determinado). Son propias del método comparativo.

3. Según el papel que ejercen en la investigación. Existen tres tipos de variables:

- **Variables estímulo.** Son cualquier aspecto referido a la situación experimental que se puede manipular y puede dar lugar a una respuesta. Estas variables suelen coincidir con las variables independientes que se explican más adelante.
- **Variables respuesta.** Son cualquier aspecto observable en la conducta de un sujeto. Serían las respuestas que dan lugar a las variables estímulo y por tanto suelen coincidir con las variables dependientes.
- **Variables intermedias.** Llamadas así porque juegan un papel intermedio entre las variables estímulo y las variables respuesta, son también llamadas de “estado hipotético”. Pueden actuar como variables contaminadoras en la investigación y será preciso controlarlas.

4. Según el punto de vista metodológico. Esta es la clasificación más importante dentro del método experimental y pueden ser de los siguientes tipos.

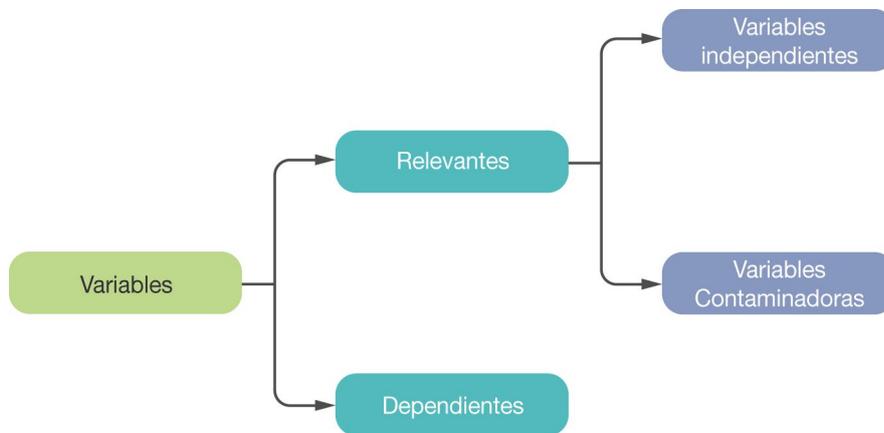


Figura 4.9. Variables según el punto de vista metodológico.

- **Variables relevantes.** Son todas las relacionadas con el fenómeno que se quiere explicar y que de alguna manera le afectan o modifican. Dicho de otra manera serían todas aquellas que influyen o pueden influir sobre la variable dependiente de un experimento. De estas variables relevantes habrá una o más de una que el experimentador elija como variables independientes y por tanto manipule, mientras que todas las demás serán las variables contaminadoras que el experimentador tratará de controlar. Las variables relevantes pueden ser de dos tipos: variables independientes y variables contaminadoras.
 - Variables independientes. Son aquellas sobre las cuales el investigador ejerce un control de manipulación para estudiar sus efectos sobre el

fenómeno que le interesa observar o variable dependiente.

Se necesitará que haya por lo menos dos variables (una independiente y otra dependiente) y que la independiente a su vez asuma por lo menos dos valores diferentes (ausencia y presencia de ella si se desea saber si ejerce o no influencia sobre la variable dependiente; o distintos niveles o magnitudes de ella si se desea conocer cuál de ellos ejerce el efecto óptimo sobre la variable dependiente).

D DEFINICIÓN

A la variable independiente suele llamársele también factor manipulado, y a sus valores, niveles del factor en los diseños factoriales.

Las variables independientes pueden manipularse de dos formas: de manera intencional, en la que el experimentador decide o bien asigna libremente y aleatoriamente los valores a estudiar de la variable independiente a un grupo de sujetos y mediante selección, en la que el experimentador decide libremente los valores de la variable independiente a estudiar.

- Variables contaminadoras. Son aquellas que actúan o pueden actuar conjuntamente con la variable independiente de un experimento pudiendo afectar de alguna forma a la variable dependiente. Estas variables, también llamadas “extrañas” deben estar debidamente controladas para que no contaminen el experimento.
- **Variables dependientes.** Son el efecto presumible de las variables independientes. Se entiende por variable dependiente el fenómeno que se quiere estudiar mediante la manipulación de la variable independiente. Sobre ella no se ejerce ningún control, tan solo se observa y se mide.

Entre la variable independiente y la dependiente se establece una relación de causalidad necesaria para que se dé un experimento, en la que la variable independiente será la causa y la dependiente, el efecto.

E EJEMPLO

Detección de las variables del supuesto práctico.

Variables independientes:

V.I. Tipo del fluido portador.

- a_1 Agua.
- a_2 Vapor.
- a_3 Aceite de combustión.

Variable dependiente:

V.D. Rendimiento de las calderas de calor de combustión de líquidos.

Fiabilidad y validez

Los criterios de fiabilidad y validez son fundamentales para la selección de medida de las variables dependientes principalmente en los experimentos confirmatorios.

- **Validez.** Existen distintos tipos de validez (validez aparente, la validez predictiva, de constructo, etc.). De todas ellas, al investigador, la que más le interesa es la validez de constructo ya que es la que hace referencia a que se mida lo que se quiere medir. Es decir, que los datos recogidos sean realmente medidas de las características que se quieren estudiar.
- **Fiabilidad.** Dentro del método experimental debe ser entendida como constancia de la medida más que como homogeneidad de la misma, por tanto se dice en este sentido que una medida es fiable cuando aplicada dos o más veces a los mismos sujetos (por ejemplo) y en las mismas circunstancias se obtienen los mismos resultados.

RESUMEN

- Es fundamental saber distinguir entre lo que es ciencia de lo que no lo es, esto se consigue mediante consenso por la comunidad científica. El criterio restrictivo indica que “Solo es ciencia el conjunto de conocimientos obtenidos mediante la vía experimental inductiva”, y si se hace mediante un criterio más amplio, la investigación comienza con un estudio de la ocurrencia de un hecho mediante el descubrimiento de su causa.
- Lo que caracteriza fundamentalmente a una ciencia no es el objeto sobre el que versan los conocimientos, sino el método empleado en su estudio, ya que sobre un mismo objeto se puede tener conocimientos científicos y no científicos, según el método utilizado y, en contrapartida son muy diversos los objetos sobre los que se puede adquirir un conocimiento científico.
- Se pueden distinguir a su vez dentro de la ciencia dos amplios aspectos de ella: la ciencia fundamental y la ciencia aplicada.
- Las características del método científico son la sistematización y el control. Serán precisamente la sistematización y el control los dos componentes necesarios para alcanzar el conocimiento objetivo de la realidad.
- El método científico está compuesto por una serie de pasos, a pesar de no haber un consenso, sí pueden mencionarse los pasos fundamentales: el planteamiento y la formulación del problema, la formulación de hipótesis, la recogida y análisis de datos, la confrontación de los resultados con la hipótesis, las conclusiones y generalización de los resultados y las nuevas predicciones. Estas dos últimas etapas se pueden alternar.
- Los presupuestos básicos del método científico son el orden, el determinismo y la comprobabilidad. Mientras que los requisitos mínimos son el empirismo, la repetibilidad, la aceptabilidad y la publicidad.
- La finalidad o el objetivo básico que debe perseguir todo investigador mediante la utilización del método científico, es el poder alcanzar un conocimiento cierto de los fenómenos que tienen lugar en el mundo que le rodea y como consecuencia del conocimiento de esos fenómenos, el poder predecir otros, facilitando así una vía de acceso a futuros estudios científicos.
- La observación es el instrumento básico del que se vale todo investigador para hacer ciencia, pero no toda observación permite alcanzar un conocimiento científico. En función de la amplitud de este control se determinarán los diferentes métodos de investigación científica: natural, comparativo y experimental.

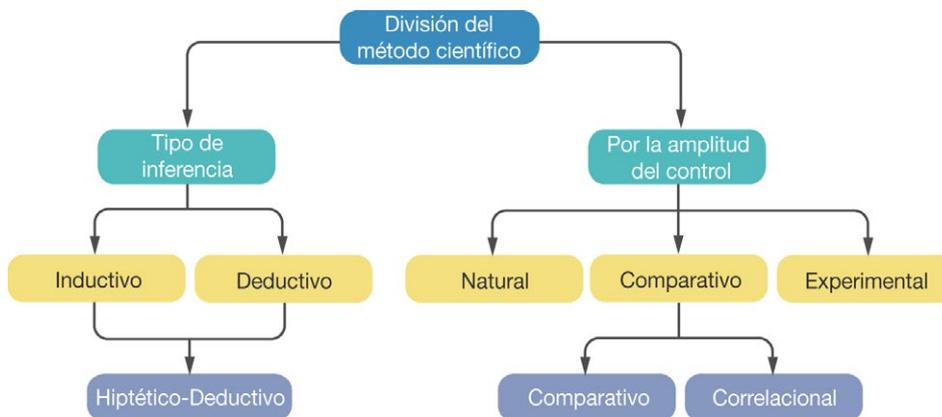


Figura 4.10. División del método científico.

- Es fundamental conocer los conceptos básicos y metodológicos de la experimentación. Experimento es la situación en la que el investigador provoca el fenómeno que desea observar, bajo unas condiciones de control previamente establecidas por él, para poder observarlo después con la mayor precisión posible.
- Las características fundamentales del experimento son la provocación del fenómeno, el control establecido y la observación precisa.
- La investigación cuantitativa recoge y analiza datos sobre variables, suele estar relacionada con el método deductivo. Sus características principales son:
 - Plantean la realidad como algo objetivo, relativamente constante y adaptativo al paso del tiempo, observan relaciones causales entre los fenómenos sociales desde una perspectiva mecanicista.
 - Se centran en el estudio del comportamiento humano ya sea en situaciones naturales o artificiales, analizando la realidad social y descomponiéndola en variables a las que somete a una medición intensa y bajo control.
 - Mantienen una postura de objetividad, intentando alejarse de la subjetividad de los participantes de la investigación y el contexto. Extrae datos numéricos que pueden representar el ambiente social, infiriendo a través de los datos para ir más allá y emplea estadísticas para generalizar las conclusiones de una muestra a la población a la que pertenece.
 - Usan conceptos preestablecidos y teorías para determinar cuáles van a ser las variables a medir.
- La investigación cualitativa es aquella que evita la cuantificación, está relacionada generalmente con el método inductivo. Sus características principales son:

- El objeto de estudio del paradigma cualitativo es la construcción de teorías prácticas, estudiada desde la práctica y constituida por reglas, no por leyes.
 - La teoría proviene de un análisis y reflexión desde la práctica, pues la realidad está formada no solo por hecho que pueden ser observados y externos, sino por significados, interpretaciones y símbolos que el mismo sujeto elabora a través de las interacciones con el resto de sujetos.
 - Da una importancia fundamental a la relevancia en si del fenómeno, y no tanto a la validez interna (rigor) del paradigma cuantitativo.
 - Pretende acceder a una explicación de la realidad dentro de un contexto determinado, no pudiendo desglosar el estudio en variables dependientes e independientes; defiende la variedad de métodos y adopta las estrategias de investigación propias de las acción del ser humano, (observación participativa, estudio de caso...).
 - Describe el hecho en el que se desarrolló la acción, tomando una metodología de carácter cualitativo basada en una rigurosa descripción dentro del contexto del hecho o la situación, garantizando de este modo la máxima intersubjetividad en la percepción de una realidad compleja mediante una rigurosa y sistemática recogida de datos que pueda posibilitar un análisis y una interpretación del fenómeno en cuestión.
 - Existe un desarrollo de hipótesis individualizado a cada caso individual; no hay una búsqueda de causalidad o explicación del comportamiento, sino de comprender el fenómeno; en este paradigma la realidad no es estática ni un realidad que viene impuesta, sino que es creada, es global, holística y polifacética. "No existe una única realidad, sino múltiples realidades interrelacionadas". Serrano: el individuo es un sujeto activo que interactúa, que es capaz de compartir significados.
- Los elementos más importantes del método experimental.

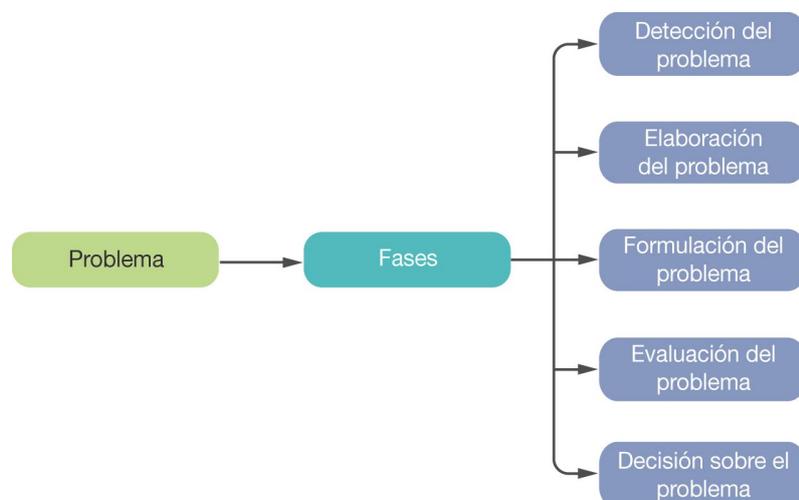


Figura 4.11. Fases del problema de investigación.

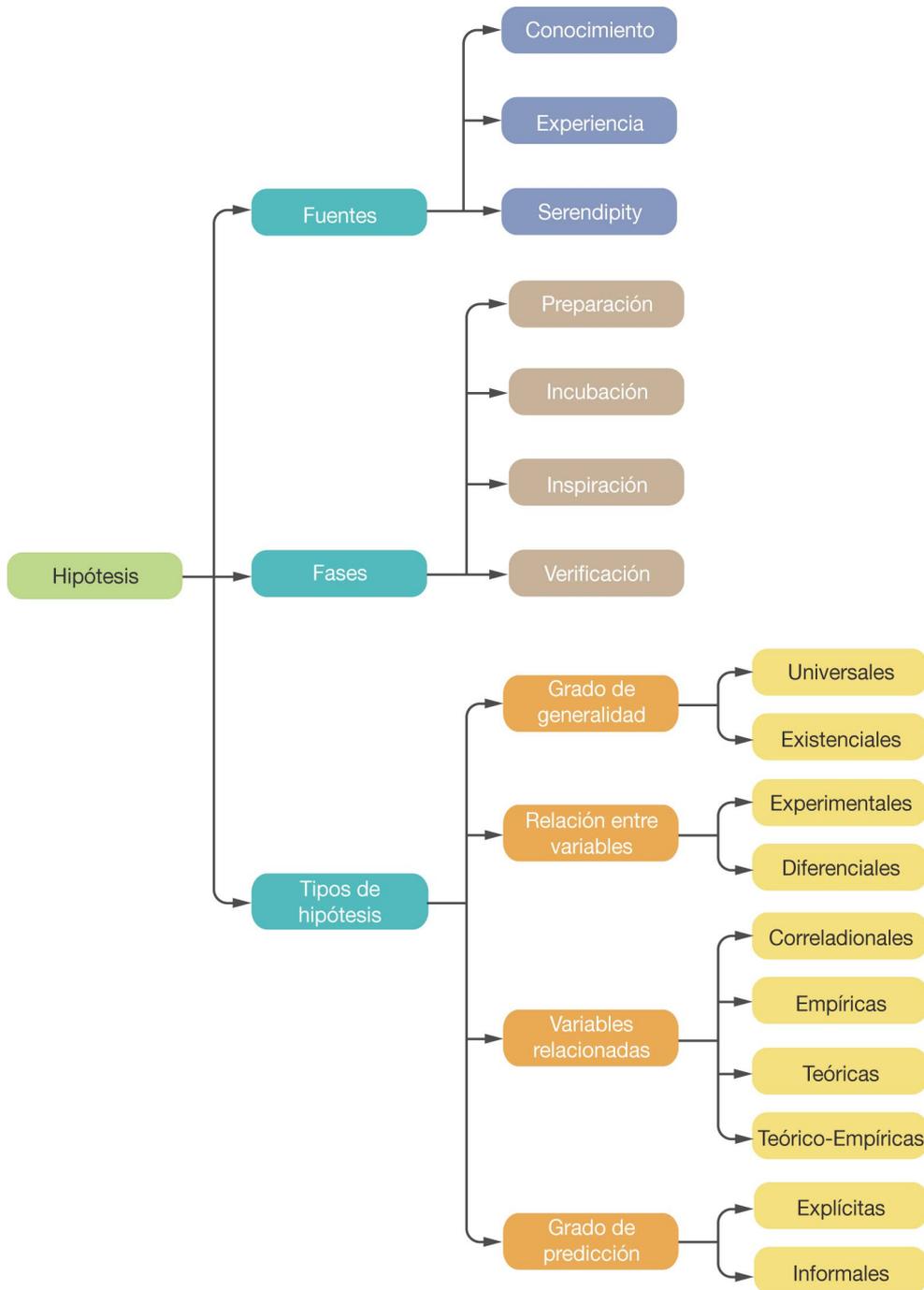


Figura 4.12. Esquema de las hipótesis.

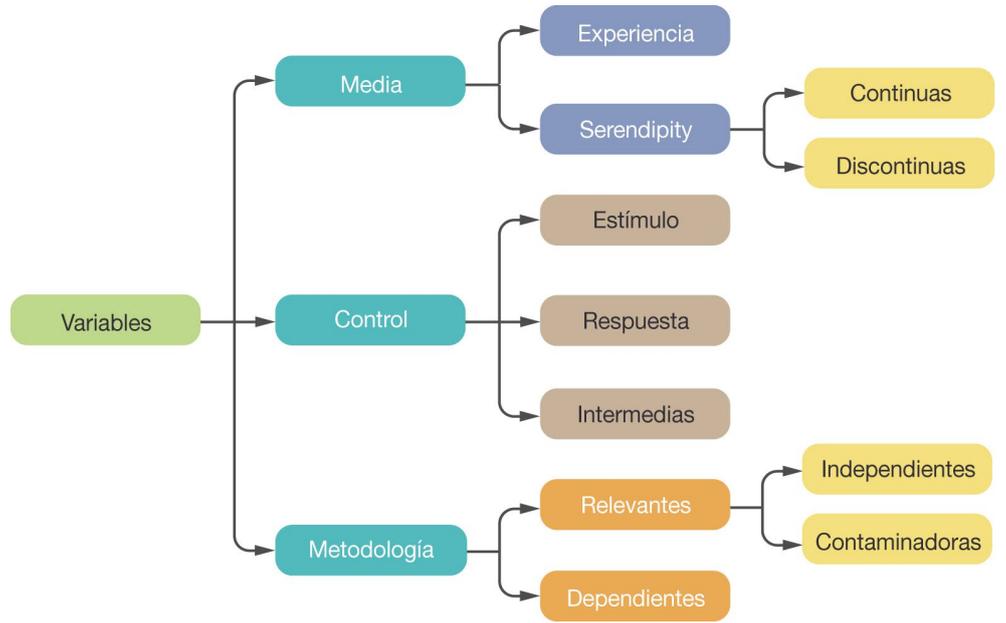


Figura 4.13. Tipos de variables.

