

3.2 Metodología experimental

Descripción y objetivos

Una vez definido nuestro problema de investigación y enunciadas las preguntas de investigación asociadas a este, el siguiente paso del método científico es el establecimiento de hipótesis y la determinación de los objetivos de nuestro estudio. Esto es la base para el planteamiento de nuestra metodología experimental, que trata de definir cuáles serán las variables que vamos a considerar en la investigación, cómo las vamos a controlar y medir, de qué manera realizaremos el filtrado y el tratamiento de los datos recogidos y cuál será la mejor forma de analizar estos datos (Figura 1).



Figura 1. Método científico.

De este modo, tras el estudio de esta lección serás capaz de:

- Desarrollar la metodología experimental de observaciones y experimentos.
- Diseñar tomas de datos.
- Establecer procedimientos de filtrado de datos.
- Definir técnicas de análisis adecuadas en función de las características de los datos recogidos.

Para ello, la unidad didáctica se divide en cinco secciones. Tras una breve introducción sobre las distintas etapas del método científico que abarca la metodología experimental, se presenta el contenido relativo al diseño experimental. Tras ello, se presentan distintas secciones centradas en la ejecución experimental, el procesamiento de los datos recogidos y el análisis de los datos filtrados.

1. Introducción

La metodología experimental de una investigación cubre varias etapas del método científico. Tras la definición de las hipótesis y objetivos de nuestra investigación, debemos definir cómo van a ser contrastadas estas hipótesis, lo que nos exige determinar qué variables deben ser consideradas en nuestro estudio. Una vez definidas estas variables, es fundamental establecer cómo van a ser medidas estas variables y, posteriormente, cómo serán analizadas. Todas estas operaciones podemos incluirlas en lo que llamamos diseño experimental (Figura 1).

Por otro lado, una vez determinada la forma en la que debemos llevar a cabo nuestra toma de datos y el análisis de las variables obtenidas, hay que pasar a la acción, es decir, a implementar

la metodología propuesta. Esta fase posterior al diseño experimental se divide en: (i) la ejecución experimental u obtención de datos, (ii) el procesamiento y filtrado de los datos obtenidos y (iii) el análisis de los datos obtenidos (Figura 2).

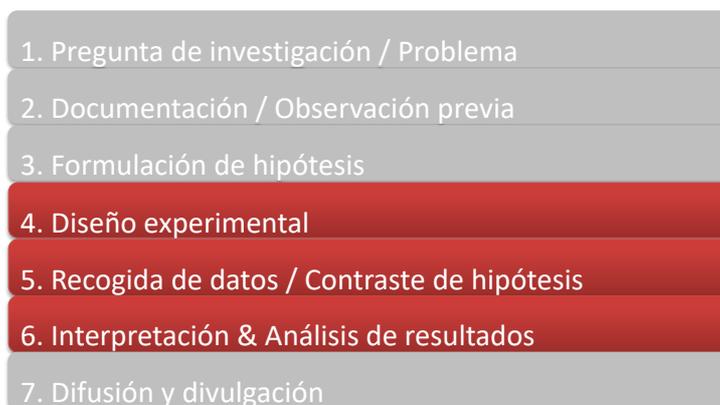


Figura 2. Etapas del método científico.

Resumiendo, podemos decir que el diseño experimental es la parte del método científico en la que se propone la metodología de nuestra investigación, mientras que la ejecución experimental trata de obtener los datos necesarios para contrastar nuestras hipótesis. De este modo, podemos anticipar que el desarrollo experimental no es un proceso estático, sino que puede redefinirse en función de los resultados que se estén obteniendo. Recuerda que la investigación es un proceso vivo, que requiere de correcciones durante su ejecución y que estas deben ser anticipadas o planteadas en la medida de lo posible mientras definimos nuestra metodología de investigación.

2. Diseño experimental

El diseño experimental es la determinación de cómo vamos a desarrollar nuestro experimento u observación. De este modo, trata de definir las variables que deben ser observadas, la relación entre elementos, cómo van a ser las variables medidas y cómo procederemos a analizar los datos obtenidos.

2.1 Requerimientos

Para poder definir adecuadamente el diseño experimental de nuestro trabajo de investigación, o incluso de un proyecto de investigación, debemos tener un profundo conocimiento del campo de investigación. Asimismo, también es importante ser capaces de adaptarnos a las rigurosas exigencias del método científico, a los recursos económicos y técnicos disponibles y a los requerimientos específicos impuestos por el tema investigado.

Además, el diseño experimental debe atender a la imaginación y la flexibilidad. La imaginación está ligada a la definición y propuesta de parámetros y factores que podrían tener un efecto significativo en el tema investigado así como en la propuesta de soluciones eficientes, mientras que la flexibilidad está asociada a la capacidad de adaptarnos a las exigencias cambiantes de la investigación. Como ya se anticipó anteriormente, la investigación es una actividad viva que puede sufrir importantes cambios a lo largo del proceso. Por tanto, lo que suponemos en un principio, al inicio de nuestra investigación, podría cambiar cuando ya conocemos parte de lo investigado.

Por último, pero no menos importante, debemos ser capaces de alcanzar una máxima validez. En otras palabras, debemos ser conscientes de cuán representativos son los resultados alcanzados.

2.2 Elementos

Cuando hablamos de elementos, nos referimos a aquellos objetos, sujetos o grupos de estos que son objeto de nuestra investigación. De este modo, llamamos **población** al conjunto completo de elementos del que debemos recoger datos.

En la mayoría de las investigaciones no es posible, en términos de tiempo y coste, analizar a toda una población, por lo que habitualmente se estudian subconjuntos de esta. A estos subconjuntos de elementos los llamamos **muestra**. En este sentido, la muestra debe representar al conjunto de la población, es decir, debe contener las mismas características de la población. En caso contrario, los resultados que obtengamos con los datos tomados de esas muestras no representarán al conjunto de la población y estaremos formulando conclusiones erróneas o sesgadas. Para obtener muestras representativas, es necesario establecer el número mínimo de elementos que necesito escoger de la población y realizar esta selección de manera aleatoria.

Una vez se dispone de la muestra de estudio, se denomina **unidad de muestreo** a la unidad mínima de análisis del diseño experimental, es decir, a cada objeto o sujeto que será estudiado. Cabe destacar que esta unidad de muestreo no tiene porque ser individual, sino que podría estar formado por grupos de elementos.

Llegados a este punto debemos determinar qué **número de observaciones** vamos a llevar a cabo, distinguiendo entre el carácter de estas observaciones y el orden de su realización. Asimismo, deberemos asignar los distintos tratamientos a cada una de las unidades de muestreo consideradas.

Finalmente, definiremos las **variables independientes** a observar en cada unidad de muestreo. En este punto es importante identificar el carácter y número de estas variables, así como su complejidad, es decir, el número de niveles o categorías dentro de cada una de ellas.

2.3 Principios básicos

Tres principios básicos son en los que deberemos basarnos a la hora de diseñar nuestra metodología experimental. Estos principios son:

- Aleatorización: cada unidad de muestreo tiene la misma probabilidad de ser escogida.
- Replicación: el diseño experimental propuesto debe ser capaz de ser replicado más de una vez dando resultados similares.
- Control local: la variabilidad derivada de fuentes extrañas o no conocidas no debe ser eliminada, pero sí debe estar bajo control.

2.4 Tipos de diseños

Existen innumerables tipos de diseños experimentales que podemos clasificar en función de diferentes características (Figura 3). Entre todas estas características, nos centraremos en aquellos tipos de diseño experimental asociados al carácter y número de variable observadas.

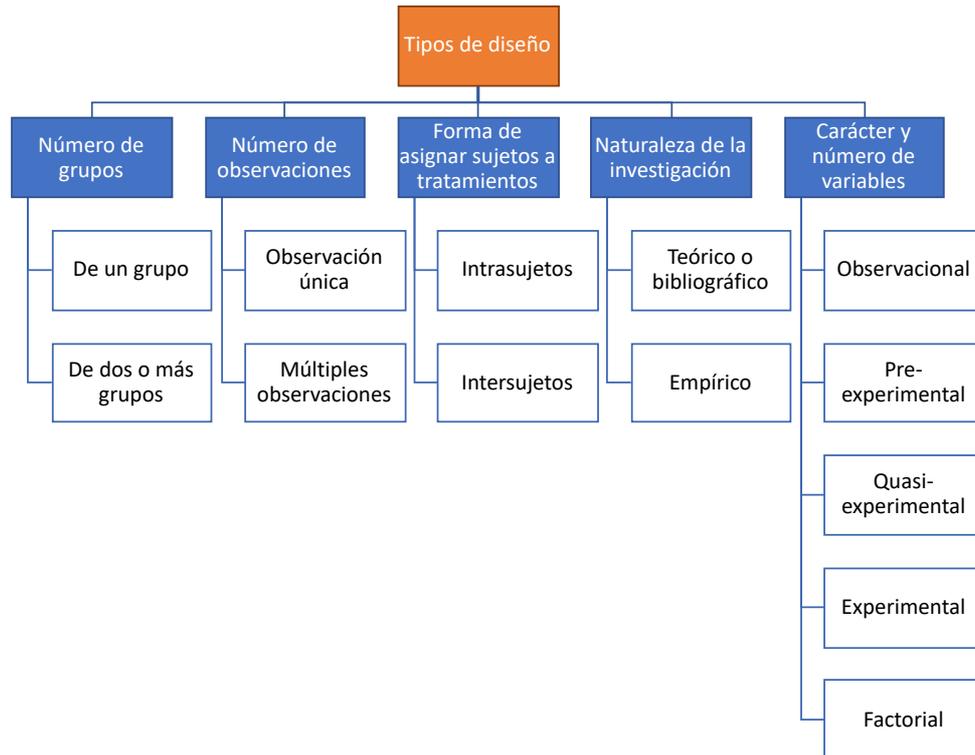


Figura 3. Tipos de diseño experimental.

Diseños observacionales

Los diseños observacionales son diseños no experimentales, es decir, los investigadores se basan en la pura observación de un fenómeno sin intervenir en el proceso. Dentro de este tipo de diseños, debemos diferenciar entre estudios seccionales (*Cross-Sectional study*) y longitudinales (*Longitudinal study*). Los primeros se basan en la recogida de datos de una muestra en un momento determinado, mientras que los segundos se caracterizan por la observación repetida de distintas variables a lo largo de un periodo de tiempo determinado (Figura 4).

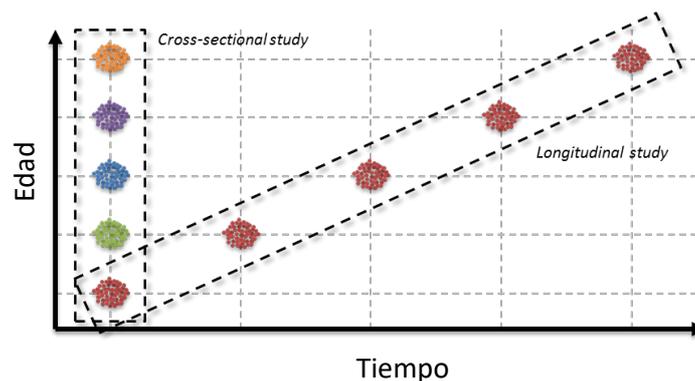


Figura 4. Diseño observacional.

Ejemplos de este tipo de diseño son la toma de datos de velocidad en una carretera o la observación de conflictos de tráfico en puntos específicos de la red viaria (Figura 5).



Figura 5. Ejemplos de diseños observacionales.

Diseños pre-experimentales

Los diseños pre-experimentales son aquellos desarrollados principalmente para tener una primera aproximación al problema investigado. Por tanto, presentan menos requerimientos que los diseños experimentales y solo se centran en un grupo. Podemos distinguir dos tipos de diseños pre-experimentales:

- Solo post-test: no evalúa los cambios del estado inicial al final, sino que solo son mediables distintos parámetros del estado final del grupo (Figura 6).

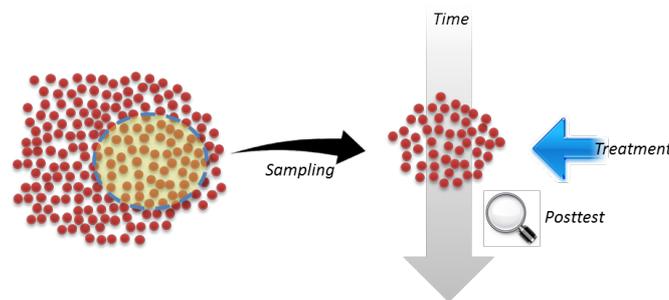


Figura 6. Diseño pre-experimental: solo post-test.

- Con pre-test y post-test: permite un seguimiento de los cambios que experimenta una muestra a partir de la medición de ciertos parámetros en el estado inicial y final (Figura 7).

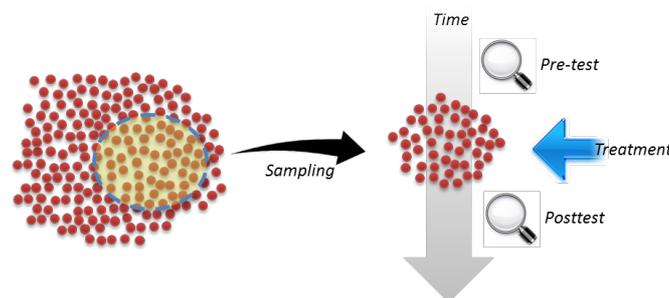
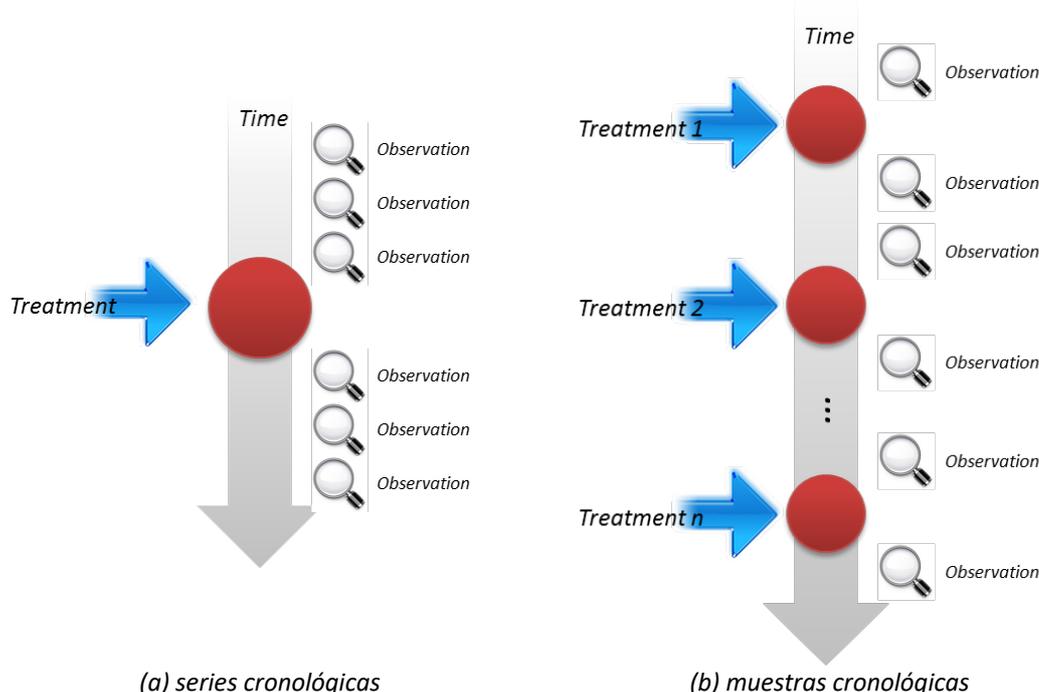


Figura 7. Diseño pre-experimental: con pre-test y post-test.

Diseño cuasi-experimental

Los diseños cuasi-experimentales son utilizados para evaluar cómo un determinado cambio afecta a un ítem específico. En este sentido, los elementos analizados no son aleatoriamente seleccionados y debemos distinguir entre series cronológicas, donde se espera una respuesta permanente, y muestras cronológicas, donde se esperan respuestas transitorias (Figura 8).



(a) series cronológicas (b) muestras cronológicas
 Figura 8. Diseño cuasi-experimental.

Un ejemplo de diseño experimental basado en series cronológicas sería la conversión de una intersección en cruz a una glorieta tras observar que en los últimos años la tasa de siniestralidad ha sido muy elevada. Después de aplicar dicho tratamiento (conversión a glorieta), se observa la ocurrencia de accidentes en los años venideros para comprobar cuánto ha cambiado la tasa de siniestralidad.

Por otro lado, un ejemplo de diseño experimental basado en muestras cronológicas sería la aplicación de un moderador de tráfico removible en una sección de vía urbana donde se estén desarrollando velocidades elevadas. A lo largo de varios meses, la localización del dispositivo moderador de tráfico es cambiada y medidos sus efectos. Después de ellos, los resultados obtenidos en las diferentes localizaciones son analizados y comparados.

Diseño experimental

Los diseños experimentales cuentan con distintos grupos de experimentación, entre los que debe haber un grupo de control con el fin de deducir los posibles efectos de variables externas en la muestra analizada. En este tipo de diseños, la medida de la variable dependiente se puede tomar antes y después del tratamiento o solamente después, dando lugar a que estos diseños se puedan subdividir en los siguientes:

- De dos grupos (Figura 9):
 - Con medida solo post-tratamiento
 - Con medida pre y post-tratamiento
- Multigrupo:
 - Con medida solo post-tratamiento
 - Con medida pre y post-tratamiento Solomon

Tanto la asignación de los sujetos a los grupos como la asignación de estos a los tratamientos debe hacerse de forma aleatoria para garantizar la equivalencia de los grupos. Específicamente, los diseños de dos grupos tratan de identificar las diferencias entre el grupo de control y el grupo experimental tras aplicarle un determinado tratamiento, partiendo de la igualdad de ambos

grupos antes del mismo. No obstante, también se podría disponer de dos grupos experimentales en los que se les aplica un valor distinto de cero de la variable independiente dando lugar a dos grupos experimentales.

Las ventajas de estos tipos de diseños se centran en la asignación aleatoria de los grupos, garantizando la igualdad de los sujetos antes del tratamiento, y en el gran control sobre validez de los resultados, ya que los efectos del tratamiento se miden de manera inmediata.

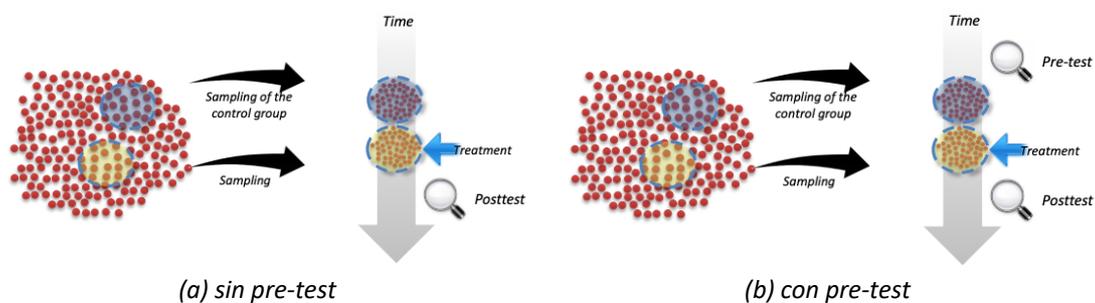


Figura 9. Diseño experimental: dos grupos.

Diseño factorial

Un diseño experimental es aquel que consta de dos o más factores con distintos niveles, cuyas unidades experimentales cubren todas o algunas de las posibles combinaciones entre esos niveles. En el caso de que se consideren todas las combinaciones posibles el diseño se denomina completo, mientras que si no se contemplan todas ellas hablamos de un diseño factorial fraccionado, que es empleado cuando el número de combinaciones total es demasiado elevado y se opta por omitir algunas de las combinaciones.

Este tipo de experimentos permiten el estudio del efecto de cada factor sobre la variable respuesta, así como el efecto de las interacciones entre factores sobre dicha variable. Por ejemplo, con dos factores y dos niveles en cada factor, un experimento factorial tendría en total cuatro combinaciones de tratamiento, y se le denominaría diseño factorial de 2×2 .

Entre los diseños factoriales más habituales cabe destacar el diseño en bloques aleatorios y el modelo jerárquico.

2.5 Aspectos del diseño

Todos los elementos que intervienen en la etapa experimental de nuestra investigación deben estar dispuestos adecuadamente. De este modo, debemos especificar, partiendo de las hipótesis de la investigación, las unidades de observación, las variables objeto de la investigación y sus relaciones. Asimismo, es importante determinar qué otras variables no objeto de investigación podrían influir en los resultados, a las que llamaremos variables externas o confundidas.

Ejemplo:

Imagina que queremos observar la velocidad de operación que los conductores desarrollan en curvas de carreteras convencionales. Nuestros factores o variables a estudiar serán el ancho de carril, el radio y el peralte. Sin embargo, somos conscientes de que existen otras variables que también influyen en el fenómeno y no podemos medir o controlar, como el entorno (variable externa) y la señalización (variable confundida).

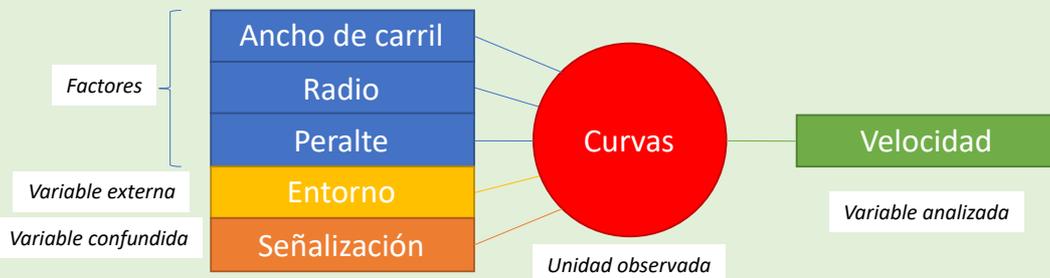


Figura 10. Ejemplo de aspectos del diseño experimental.

En cuanto al plan a seguir durante el desarrollo de la experimentación, debemos tener en cuenta los siguientes aspectos: (i) determinar las delimitaciones espaciales y temporales del fenómeno investigado, así como qué parámetros deberían ser considerados; (ii) decidir si vamos a estudiar a toda la población o, por el contrario, analizaremos una muestra de la misma; (iii) seleccionar las técnicas de observación y recogida de datos; y (iv) establecer cómo los datos deberían ser organizados para su posterior análisis.

2.6 Operaciones

Las distintas operaciones que deben desarrollarse durante la definición del diseño experimental de nuestra investigación pueden clasificarse en iniciales y finales. Las operaciones iniciales son aquellas que requerimos para comenzar a definir nuestra metodología experimental y, principalmente, están ligadas a las hipótesis de nuestro estudio, mientras que las operaciones finales están ligadas al desarrollo del experimento.

Iniciales

Las operaciones iniciales ligadas al diseño de la metodología experimental se basan en el establecimiento de las hipótesis de nuestra investigación, en la determinación de las unidades de observación y en la definición de las variables de estudio.

Como ya se comentó en lecciones anteriores, las **hipótesis** son los resultados esperables de nuestra investigación y que dan respuesta a nuestras preguntas de investigación. Por ello, las hipótesis no son resultados verificados, sino probables que deberán ser confirmados o refutados a partir del desarrollo de nuestra metodología experimental.

Para establecer las hipótesis es muy importante que tengamos un conocimiento vivo y experimental de la realidad, un dominio crítico de la teoría de la disciplina, cultura general científica, preocupación científica y una vivencia de problemas investigados. Asimismo, deberemos hacer uso de nuestra imaginación y ser conscientes de los diferentes procedimientos lógicos que podemos aplicar (inducción, deducción, analogía...). De este modo, los elementos estructurales de nuestras hipótesis serán las unidades de observación y las variables a medir, así como las relaciones entre ambas.

Las **unidades de observación** son las realidades objeto de estudio que se quieren observar y que proporcionan los datos empíricos necesarios para contrastar las hipótesis propuestas a través de la medición de ciertas variables.

Por otro lado, las **variables** son aquellas características de las unidades de observación que debemos medir para contrastar nuestras hipótesis. Por tanto, las variables deben ser observables y medibles, ya sea de manera cuantitativa o cualitativa. Asimismo, deben ser susceptibles de variación, con una relación determinada entre ellas (covariación, dependencia, influencia...). Esto da lugar a distintos tipos de variables que se pueden clasificar de acuerdo a diferentes aspectos (Figura 11).

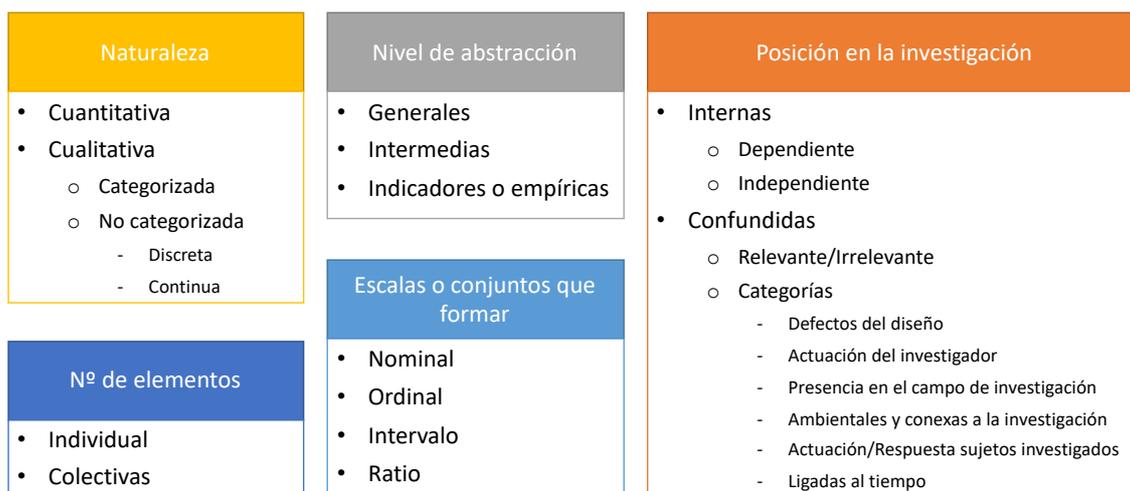


Figura 11. Tipos de variables.

Cabe destacar la importancia de las variables en el proceso investigador, pues su finalidad es encontrar las variables que influyen en el fenómeno, determinar su magnitud y descubrir las relaciones entre estas. De esta manera, las variables están presentes a lo largo de todas las etapas del proceso científico.

Finales

Las operaciones finales son aquellas relacionadas con el desarrollo de las observaciones. Una de estas operaciones es la **delimitación espacial y temporal del fenómeno investigado y la definición de la población**. En este sentido, es necesario que concretemos el sector de la realidad que se va a investigar y del que se van a obtener los datos necesarios para la prueba. Asimismo, es necesario que determinemos dónde y cuándo se produce el fenómeno y establecer los límites a los que ajustarse a lo largo de todo el proceso de investigación.

Otra operación final importante es la **selección de las técnicas de observación**. Esta selección dependerá principalmente de las características de las unidades de observación, la naturaleza de las variables empíricas y el coste y el tiempo disponibles. Además, cabe destacar que esta selección incluye el diseño y la elección de los elementos a emplear, sus características y los procedimientos necesarios para contrastar su validez.

Una vez determinadas las delimitaciones espaciales y temporales y decididas las técnicas de observación a implementar, el siguiente paso es la determinación de aquellos elementos que serán estudiados, es decir, establecer la **muestra** de estudio. Como ya comentamos anteriormente, la muestra es una parte de la población objeto de estudio que se somete a observación científica en representación del conjunto, con el propósito de obtener resultados válidos, también para el universo total investigado. De este modo, la muestra debe ser parte de

la población estudiada, su tamaño dependerá del tamaño de la población y será seleccionada de manera aleatoria con el fin de que sea un fiel reflejo del universo que representa (estratificada).

El proceso de **observación científica** se muestra en la Figura 12, cuyo objetivo es la recogida de datos a través de un determinado método de observación. En este sentido, tomando el ejemplo anterior de la observación de la velocidad en curvas de carreteras convencionales, tenemos distintos conductores (sujetos) que en función del ancho de carril, radio y peralte (estímulos) de las curvas de estudio (objetos) desarrollan una cierta velocidad (respuesta) que es registrada por un dispositivo láser (percepción y registro).



Figura 12. Observación científica.

Una vez recogidos los datos, estos deben ser organizados, preferiblemente, a través de **tablas** para facilitar su posterior tratamiento y análisis. El objetivo de esta clasificación de los datos es optimizar la reducción de datos, agrupar los datos relativos a cada variable, mostrar la información fácilmente en gráficas y poner de manifiesto rangos, uniformidades, semejanzas y diferencias de fenómenos, etc.

Por último, debemos determinar el tipo de **análisis** que realizaremos a nuestros datos, el cual estará estrechamente ligado a las hipótesis que debemos contrastar. La etapa de análisis la podemos dividir en dos fases: (i) análisis descriptivo y (ii) análisis estadístico (Figura 13). La primera de estas fases trata de realizar una primera aproximación al fenómeno e identificar cualquier dato anómalo a través de un análisis básico de los datos, mientras que la segunda fase se centra en el análisis de relaciones, el desarrollo y validación de modelos y la predicción de estimaciones futuras.

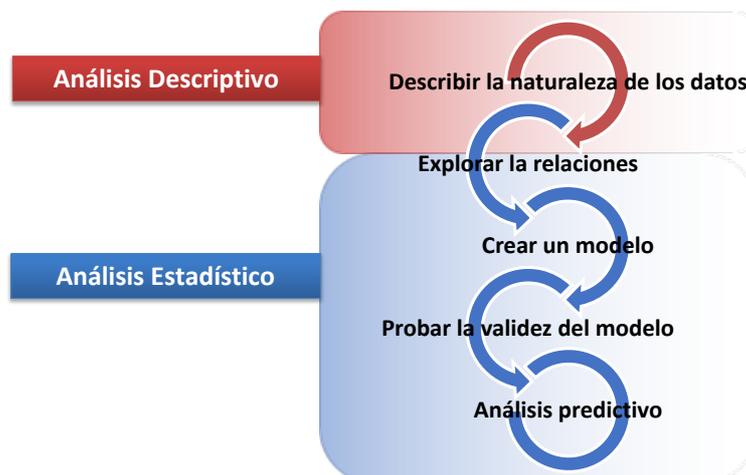


Figura 13. Tipos de análisis.

3. Ejecución experimental

Esta etapa del método científico tiene como objeto el desarrollo de los experimentos definidos en la metodología experimental con el fin de obtener todos los datos necesarios para llevar a cabo la investigación. Para que la ejecución experimental sea desarrollada con el mayor éxito posible, su diseño debe ser lo más simple posible y estar basado en la recogida de aquellos

parámetros o variables que nos permitan reducir al máximo el coste y el tiempo de la toma de datos.

Entre los distintos tipos de observación científica, podemos distinguir entre: (i) observación directa (simple o naturalística; cuasi-naturalística; experimental), (ii) observación documental y (iii) observación a través de encuestas (cuestionario, entrevista y por escala de actitudes). Específicamente, algunos de estos tipos de observación son presentados en las siguientes secciones.

3.1 Observación directa – naturalística

La observación naturalística se caracteriza por la observación de sujetos en su entorno natural y es habitualmente empleada cuando la investigación no puede desarrollarse a nivel de laboratorio ya sea por incapacidades técnicas, por conllevar un coste prohibitivo o por la influencia que esto ocasionaría sobre los sujetos.

En este sentido, debemos ser conscientes de que nadie actúa de una manera natural si se siente observado. Por tanto, los investigadores deben garantizar que los sujetos no son conscientes de los sistemas o dispositivos de recogida de datos con el fin de no influir en su comportamiento. Asimismo, nosotros tampoco deberemos permanecer en el punto de vista de los sujetos. Por tanto, tanto nuestra localización como la de los dispositivos debe estar adecuadamente estudiada.

En cuanto a los métodos de recogida de datos empleados en la observación naturalística cabe destacar el conteo u observación narrativa y el grabado de datos mediante audifonos, videocámaras o dispositivos de almacenamiento de datos. La cantidad de datos recogida por estos dispositivos depende del comportamiento de los sujetos y, a pesar de que esta cantidad no es conocida a priori, debemos ser capaces de realizar una estimación.

Ejemplo:

Imagina que queremos observar los conflictos que se producen en glorietas entre vehículos motorizados y ciclistas. Para ello, podemos grabar ciertas localizaciones mediante videocámaras y posteriormente realizar un tratamiento de los datos recogidos en nuestra oficina o laboratorio.



Figura 14. Observación naturalística de conflictos de tráfico.

3.2 Observación directa – cuasi-naturalística

Algunas veces las observaciones naturalísticas no son suficientes para llevar a cabo una determinada investigación ya sea porque necesitamos del consentimiento y conocimiento de los sujetos para llevar a cabo la investigación o porque el coste y tiempo que supondría llevarla a cabo sería demasiado elevado. Entonces, es conveniente llevar a cabo observaciones cuasi-naturalísticas.

En estos casos, debemos ser conscientes de que los primeros datos recogidos estarán significativamente influenciados debido a que el sujeto es consciente de que está siendo

observado. Para evitar llegar a conclusiones sesgadas o no representativas de la realidad, estos primeros datos deben ser descartados partiendo de la hipótesis de que a medida que la observación avanza los sujetos se relajan y actúan de una manera más similar a su comportamiento natural.

Ejemplo:

Imagina que queremos observar la velocidad de los conductores a lo largo de un tramo de carretera de varios kilómetros. La observación naturalística de este fenómeno requeriría de una gran cantidad de recursos, tanto técnicos como económicos. Por ello, es preferible llevar a cabo una observación cuasi-naturalística mediante la instalación de dispositivos GPS en los vehículos, pero para ello necesitaríamos el consentimiento de los conductores. La toma de datos será más sencilla pero los conductores son conscientes de que están siendo de alguna forma observados.



Figura 15. Observación cuasi-naturalística de la velocidad.

3.3 Observación directa – experimental

La observación experimental debe ser seleccionada cuando queremos cambiar deliberadamente uno o más factores con el fin de identificar sus efectos sobre la(s) variable(s) respuesta. Para ello, es muy importante que tengamos un conocimiento previo sobre el efecto que estos cambios pueden originar en los resultados de la investigación, puesto que nos ayudará a realizar un adecuado planeamiento de la toma de datos.

A este respecto, es interesante la discretización de las variables continuas, la determinación de qué variables van a ser manipuladas y la identificación de aquellas variables no controladas que podrían influir en el experimento. De hecho, los resultados dependerán en gran medida de cómo las variables seleccionadas son manipuladas y analizadas.

Ejemplo:

Imagina que queremos observar el comportamiento de los conductores bajo cuatro tipos de moderadores de tráfico con distintas características. La observación naturalística o cuasi-naturalística estarían descartadas debido a que no es posible disponer en tiempo y espacio de tantas localizaciones con estas configuraciones y, de hecho, podría haber moderadores que todavía no estén instalados en nuestras carreteras. Para observar este fenómeno es muy interesante el desarrollo de una observación experimental mediante un simulador de conducción. Este tipo de herramienta es capaz de representar adecuadamente la realidad siendo las respuestas de los conductores similares a su comportamiento natural.



Figura 16. Observación experimental del comportamiento de los conductores.

3.4 Observación a través de encuestas

Las encuestas son a menudo utilizadas para evaluar los pensamientos u opiniones de los sujetos. Este tipo de observación suele recoger información cualitativa, de manera que la forma más habitual de nivelar las variables que se quieren recoger es a través de escalas Likert. Para ello, es muy importante que las cuestiones que formen parte del cuestionario estén adecuadamente formuladas.

Adicionalmente, tenemos que pensar cuidadosamente qué datos sociales necesitamos para nuestra investigación, cuántas encuestas debemos recoger de manera agregada y desagregada (en función del género y la edad, fundamentalmente) y cuáles deber ser las opciones de respuesta para cada pregunta.

Ejemplo:

Imagina que queremos observar la opinión y el comportamiento que los conductores de vehículos motorizados tienen cuando interactúan con ciclistas o viceversa. Para categorizar este comportamiento podríamos hacer uso de encuestas, ya sea a través de cuestionarios online o entrevistas personales.

4. Procesamiento de datos

La etapa relativa al procesamiento de datos contiene dos fases, la **reducción de datos** y la **clasificación y organización de los datos**. La reducción de datos es el proceso mediante el cual se extraen y se organizan los datos brutos, es decir, los datos que han sido recogidos a través de las observaciones realizadas. Durante este proceso debemos ser capaces de comprobar que no se ha producido ningún sesgo, simplificar los datos recogidos y realizar algunos comentarios o notas que podrían ser interesantes para la posterior etapa de análisis. Además, es recomendable realizar este proceso de filtrado de los datos brutos tan pronto como sea posible tras el desarrollo de la toma de datos con el fin de conocer si esta ha sido ejecutada correctamente y los valores de las variables que estamos recogiendo son correctos.

Algunas recomendaciones para la reducción de datos son:

- Agrupar los datos en función de distintos aspectos.
- Diagonalización de las tablas formadas con el fin de facilitar la interpretación de los datos y la elaboración de gráficos.
- Redondear los valores de las variables numéricas recogidas.
- Breve análisis descriptivo.
- Resumen de los datos recogidos.

Una vez filtrados los datos, debemos clasificarlos y organizarlos para su posterior análisis. Así pues, el objetivo de esta segunda fase es la obtención de los datos ya filtrados, el establecimiento de los principales grupos dentro de cada una de las variables o características observadas, la representación gráfica de cada variable por separado y la comparación entre las mismas y el descubrimiento de rangos, uniformidades, similitudes y diferencias entre fenómenos.

5. Análisis de datos

Esta etapa final de la metodología experimental trata de deducir conclusiones y aclaraciones derivadas de los datos recogidos de acuerdo al propósito de la investigación y a las hipótesis planteadas.

A lo largo de esta etapa podemos hacer referencia a dos aspectos: el análisis y la interpretación. Mientras que el análisis de los datos se centra en hacer explícitas las propiedades, notas y características adicionales derivadas de las tablas, la interpretación de los datos está ligada a la determinación de la significancia y alcance científico de estas propiedades y características.

Como se muestra en la Figura 13, podemos dividir al análisis de los datos en dos fases: análisis descriptivo y análisis estadístico. En cuanto a esta segunda fase, cabe destacar que existen diferentes tipos de análisis en función del número y el tipo (cuantitativa o cualitativa) de las variables implicadas (Figura 17).

Análisis de una variable	Análisis de dos variables	Análisis multivariable
<ul style="list-style-type: none">• Medidas de tendencia central• Medidas de dispersión• Tipificación• Distribución de frecuencias	<ul style="list-style-type: none">• Covarianza• Correlación• Regresión simple• Test de hipótesis• Análisis de datos pareados	<ul style="list-style-type: none">• Análisis de componentes principales• Regresión múltiple• Análisis discriminante• Análisis factorial• ANOVA

Figura 17. Tipos de análisis estadísticos.