

Investigación y Gestión de Proyectos en Inteligencia
Artificial

Tema 2. Ciencia y método científico

Índice

Esquema

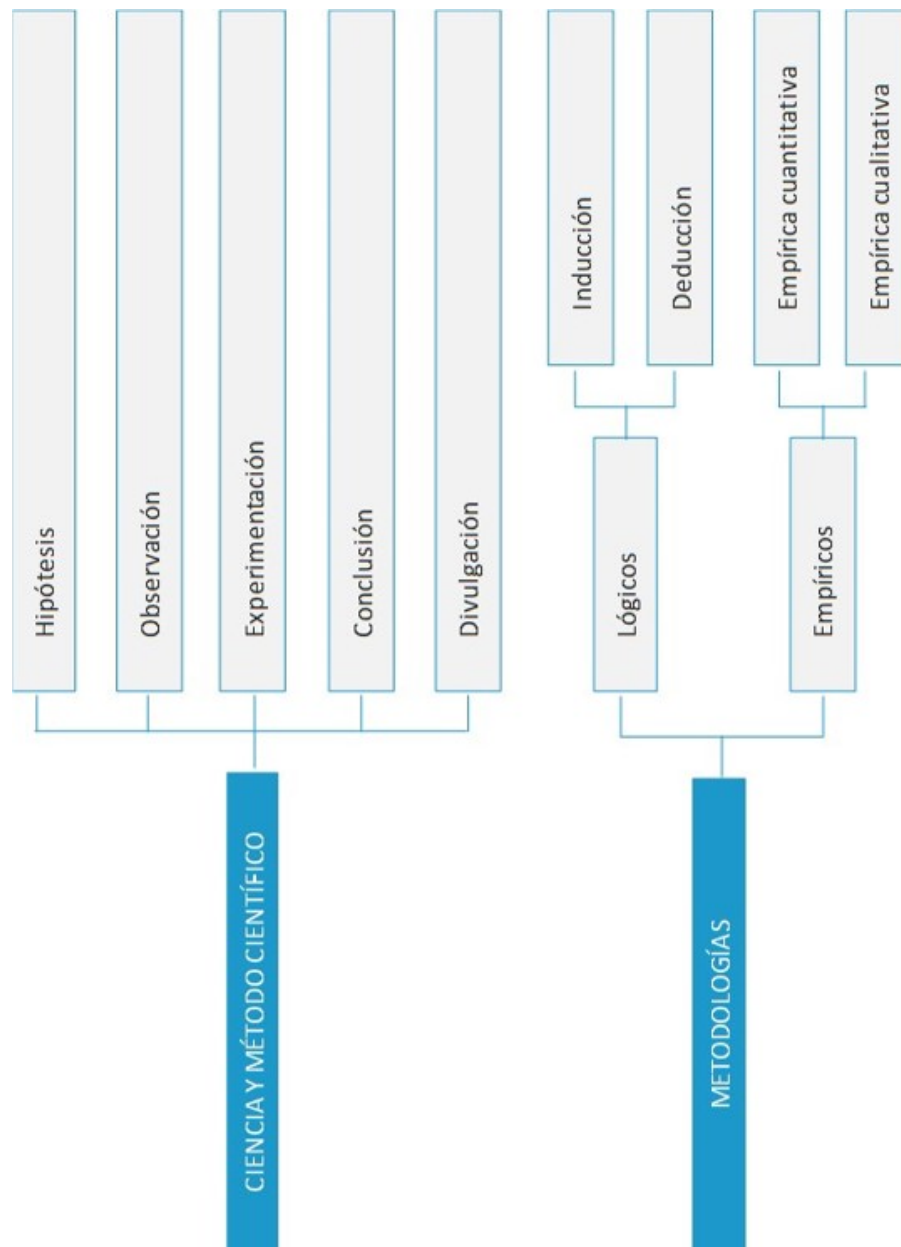
Ideas clave

- 2.1. Introducción y objetivos
- 2.2. La ciencia y su método
- 2.3. Metodologías de investigación en inteligencia artificial
- 2.4. Metodología empírica cuantitativa
- 2.5. Metodología empírica cualitativa
- 2.6. Referencias bibliográficas

A fondo

- Scientific Papers
- Uso ético de la información y sus citas bibliográficas
- Scientific Studies: Last Week Tonight with John Oliver (HBO)

Test



2.1. Introducción y objetivos

En este tema se explica de forma resumida el **proceso de investigación científica**. Desde la explicación del propio método científico, de qué metodologías disponemos y cómo diseñamos experimentos. De esta forma, el alumno se puede basar en los conceptos aquí expuestos para el desarrollo de los trabajos a los que dé lugar este programa de estudio, sentando las bases de cuáles son los pasos que se debe seguir para investigar en inteligencia artificial.

2.2. La ciencia y su método

Un alumno que inicia un máster universitario puede tener varios objetivos, por ejemplo, aprender sobre un tema que le resulta de especial interés. Pero si el objetivo se queda en el mero interés, no estaremos aprovechando la formación que estamos recibiendo. Un objetivo más ambicioso sería capacitarle para aplicar estos conocimientos en la práctica. Cuando utilizamos las destrezas adquiridas es cuando realmente comprobamos si los conceptos y técnicas impartidas se han aprendido correctamente.

Esta asignatura versa sobre inteligencia artificial; en los próximos temas se entrará más en detalle en la explicación de ese concepto. Dado que la inteligencia artificial es un ámbito científico más, aquí nos centraremos en el concepto de ciencia y su método de trabajo.

La Real Academia Española (RAE) define ciencia como el «conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales con capacidad predictiva y comprobables experimentalmente».

El estudio detenido de la propia definición proporcionada por la RAE nos permite extraer los puntos fundamentales a la hora de «hacer ciencia».

En primer lugar, **la ciencia tiene que ver con la obtención de conocimiento**. Los científicos buscan evolucionar el conocimiento humano. *Conocimiento* es radicalmente opuesto a *creencia*. El conocimiento implica constatación de verdad basándonos en la experimentación de determinadas hipótesis. Por el contrario, las creencias no implican demostración de ningún tipo.

Los métodos esenciales para la obtención de conocimiento son la **observación** y el **razonamiento**. Obtenemos conocimiento a través de una observación sistemática de

la naturaleza y el posterior razonamiento sobre ellos. En ocasiones, la capacidad de razonamiento humana es capaz de trabajar en escenarios donde no es posible en un momento concreto la observación del hecho. Por ejemplo, uno de los puntos fundamentales de la teoría de la relatividad de Einstein fue el de la existencia de las ondas gravitacionales. La predicción de Einstein tuvo que esperar hasta el año 2015 para que los modernos aparatos de los astrofísicos confirmaran mediante la observación el postulado del genio alemán.

Por último, la **repetitividad** permite verificar el resultado de los experimentos realizados. Ante una experimentación en la otra punta de mundo, si repetimos el experimento en nuestro laboratorio u ordenador, partiendo de exactamente las mismas condiciones iniciales deberíamos obtener el mismo resultado. Este proceso de revisión por pares es lo que asegura la calidad de la experimentación científica.

Método científico

El método científico establece los **pasos generales que nos permiten obtener conocimiento científico**. Aristóteles fue uno de los grandes impulsores del método científico. Grandes filósofos griegos, como Sócrates o Platón, también insistieron en la necesidad de disponer de métodos de razonamiento. Ibn al-Haytham, Johannes Kepler y el propio Galileo Galilei fueron otros actores fundamentales en el desarrollo de la metodología científica.

De forma muy básica, el método científico general podría resumirse en los siguientes pasos:

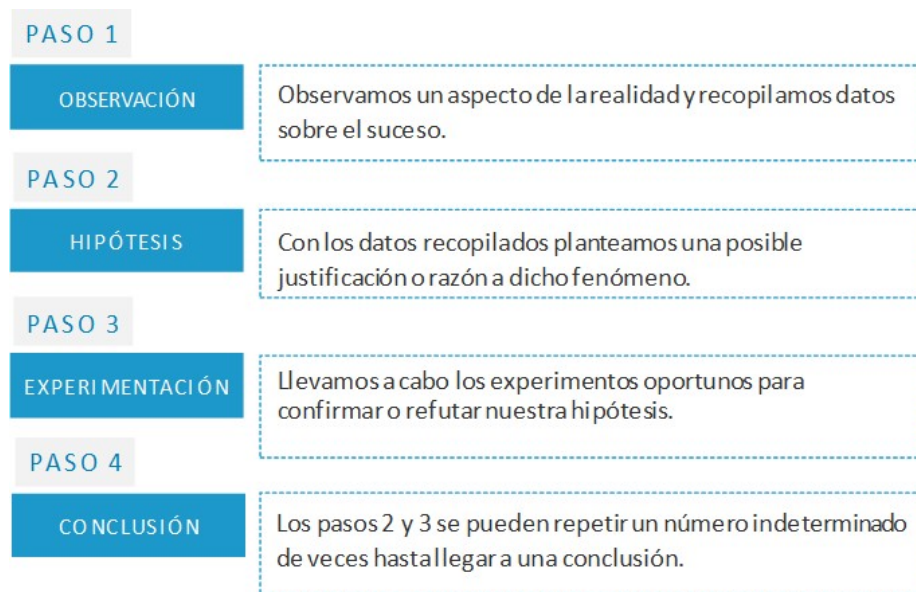


Figura 1. Pasos generales del método científico.

Si entramos en detalle, se contemplan diversas tipologías del método científico:

- ▶ Método lógico-deductivo.
- ▶ Método empírico-analítico.
- ▶ Método histórico.
- ▶ Etc.

El detalle de todas y cada una de ellas se explicará más adelante.

Algo absolutamente esencial en el método científico es la **pregunta**. Y aquí podemos enlazar fácilmente con el tema objeto de estudio en este máster. Dentro de la inteligencia artificial, lo esencial no es la tecnología ni la técnica, lo absolutamente esencial es la pregunta que nos planteamos como marco de trabajo. Algunos

ejemplos de preguntas potenciales pueden ser:

- ▶ ¿Puedo crear un sistema de reconocimiento de imágenes de radiodiagnóstico de un fémur que ayude a los médicos a determinar si el crecimiento de un niño es correcto para su edad?
- ▶ ¿Puedo crear un sistema que me indique si un cliente es candidato para solicitar una refinanciación de su deuda?
- ▶ ¿Puedo crear un sistema de inteligencia artificial que permita conducir un vehículo de forma autónoma?
- ▶ ¿Puedo crear un sistema que aprenda de forma autónoma a jugar a un juego?

Es la pregunta la que guía la investigación. Además, esta pregunta debe tener sentido. Es decir, debe haber un motivo por el cual nos la estamos haciendo. Si no lo hay o si ya está resuelto el problema, la investigación no tiene sentido realizarla. Por eso, **todos los trabajos deben estar motivados**. La motivación de un trabajo científico es la explicación de por qué creemos que es interesante dicho trabajo para que el conocimiento avance. Para ello debemos asegurarnos de que el problema que pretendemos resolver o el método que queremos describir tiene relevancia. Es decir, aporta algo a la ciencia en algún campo. Por ejemplo, mejora los resultados obtenidos hasta ese momento, es una nueva técnica que permite obtener mejores resultados o que enfoca el problema desde un punto de vista diferente, o hay un interés real por el problema en la sociedad o en la academia y otros autores han trabajado en temas relacionados.

2.3. Metodologías de investigación en inteligencia artificial

Los métodos de investigación son unas magníficas herramientas para la recolección de datos de investigación, así como para formular las preguntas de investigación que son claves para el proceso de investigación, como ya hemos comentado en el apartado anterior. Además, con estas metodologías también podemos extraer conclusiones en base a un análisis sistemático del tema a estudiar, así como de los resultados experimentales obtenidos.

El acceso a la información necesaria para llevar a cabo esta tarea requiere de una **búsqueda exhaustiva** en diferentes fuentes de documentación y de conocimiento de otros expertos humanos que la comparten.

Los diferentes métodos de investigación nos ayudan a delimitar el tipo de problema que pretendemos tratar y a elegir cuál es el mejor camino para resolverlo, en función del tipo de problema. Esto nos ayuda a la toma de decisiones en el proceso de investigación, minimizando los errores y acelerando este.

Podemos establecer **dos grandes tipos de métodos de investigación**: los métodos lógicos y los métodos empíricos.

Los métodos lógicos son aquellos que se basan en la utilización del pensamiento y su deducción para obtener resultados científicos, mientras que los empíricos buscan aproximar el conocimiento en base a la experiencia y las observaciones.

Métodos lógicos

Los métodos lógicos de la investigación científica **se centran en el método deductivo y el método inductivo**.

El **método deductivo** es un razonamiento que parte de axiomas o ideas preconcebidas o aceptadas como ciertas para llegar a unas conclusiones no conocidas. A este proceso se le llama inferencia. Es un **conocimiento inferido** a partir de otro conocimiento ya probado. Si la inferencia se produce en un único paso se la llama inferencia directa, si requiere de varios pasos se le llama inferencia indirecta.

- ▶ Ejemplo de inferencia directa: «Si te acostaste tarde anoche, hoy puedes tener sueño».
- ▶ Ejemplo de inferencia indirecta: «Los ingleses son puntuales. Churchill es inglés, por tanto, Churchill es puntual».

Sin embargo, el **método inductivo** intenta inferir de casos particulares para extraer leyes generales. Se dice que es una **inducción completa** si se puede enumerar todos los casos de estudio. En caso contrario, es una **inducción incompleta** si necesitamos recurrir a la toma de una muestra representativa que permita hacer la generalización. En estos casos basta con que un solo caso contradiga la afirmación, para que no sea válida.

El método inductivo es muy bueno para **generar hipótesis**. Una hipótesis se debe basar en la observación. Si se observa una característica que es común a varios individuos, podemos formular la hipótesis que esta característica se repite en todos los individuos del mismo tipo. Después esa hipótesis hay que validarla, bien con el método deductivo (construyendo una demostración lógica y formal que lo valide) o con la experimentación.

Métodos empíricos

Dentro de los métodos empíricos, el más usado es el **método experimental**. Para llevarlo a cabo se debe buscar una forma en la que demostrar una hipótesis previamente planteada, aunque a veces surge de forma espontánea buscando otra cosa. Pero lo normal es que **un experimento intente validar una hipótesis previa que se establece con base en la observación realizada**, y este experimento procure demostrar que dicha afirmación es correcta. Para ello, el experimento debe estar bien diseñado siguiendo los siguientes principios:

- ▶ Debe estar **controlado** para evitar injerencias externas al objeto de estudio.
- ▶ Debe **aislarse el estudio de factores que puedan añadir ruido** al objeto a investigar.
- ▶ Debe ser **reproducible** para que otros investigadores puedan comprobar que los resultados son correctos y no se ha llegado a una conclusión errónea.

En el método experimental **deben existir dos tipos de variables**, las variables dependientes que son consecuencia de las independientes. Y debemos asignar a cada tipo de variable las que vamos a tener en cuenta en el estudio. Lo importante para el método experimental es llegar a establecer relaciones causales que permitan la explicación de las variables. Para ello debemos tener en cuenta una serie de condiciones:

- ▶ Existe una correlación entre la variable independiente (causa) y la variable dependiente (efecto).
- ▶ La causa precede al efecto en el tiempo.

- ▶ No existen variables que incidan en el efecto observado que hagan que los resultados no sean concluyentes. Este último punto es el más difícil de conseguir.
- ▶ Debe haber una asignación de los individuos en los grupos de estudio de forma aleatoria.

Si no se consigue tener todas las variables controladas, estamos en un método **cuasiexperimental**.

El **diseño cuasiexperimental** también busca establecer una relación de causalidad entre la variable independiente y la dependiente, pero se aplica cuando no es posible la asignación aleatoria de los sujetos en el experimento. Se produce manipulación de la variable independiente y se da también algún control de la situación experimental y de las variables secundarias; pero no hay aleatorización en la asignación de los sujetos a los grupos experimental o de control. El método cuasiexperimental es de una mayor aplicabilidad en la investigación en el campo. Bajo esta condición podemos describir **tres tipos de métodos cuasiexperimentales**:

- ▶ **Métodos descriptivos:** su propósito es **describir la estructura y características de un objeto, situación, hecho o fenómeno a partir de algún modo de observación sistemática de este**, en algún momento de su existencia. La descripción se realiza en el ambiente natural, o lo más parecido posible a este, en el que se da o produce el fenómeno u objeto de estudio.
- ▶ **Métodos correlacionales:** **esos métodos estudian y analizan las relaciones existentes entre fenómenos tal y como se producen en la realidad**, no manipulando ningún tipo de variable. Aunque resulta evidente que la correlación no implica una causa, sí es cierto que la presencia de una relación entre variables puede, de alguna manera, sugerir relaciones causales entre ellas. Sobre todo, si

estas variables están relacionadas de forma lógica.

- **El metaanálisis:** es un **método para realizar síntesis cuantitativas de lo ya investigado**, establecer el estado de la cuestión y llegar, o intentar llegar, a una generalización sobre una hipótesis determinada. Podríamos decir que el metaanálisis es una investigación sobre investigaciones, que intenta integrar en un resultado único, los resultados de todas las investigaciones previas relacionadas con una determinada hipótesis.

En la inteligencia artificial se pueden dar **ambos modelos de estudios** de forma indistinta. Por ejemplo, si proponemos un nuevo algoritmo de aprendizaje, o una modificación de uno ya existente, este modelo puede probar su eficacia con base en experimentos de laboratorio en un *data set* ya testeado con otros modelos y comparando los resultados obtenidos. Sin embargo, si queremos evaluar un sistema de recomendación, necesitaremos un estudio de campo, ya que el sistema de recomendación debe ser evaluado por los usuarios para comprobar su inteligencia y la calidad de sus recomendaciones. Esta calidad es algo subjetivo y, por tanto, difícilmente medible sin un trabajo de campo. Aquí, además, es mucho más difícil aislar las variables y los posibles valores que puedan generar ruido en el experimento.

2.4. Metodología empírica cuantitativa

La metodología cuantitativa **parte normalmente de un cuerpo de conocimientos teóricos ya aceptados** como base para formular hipótesis sobre relaciones especiales entre variables que forman parte del problema que se está estudiando.

La aceptación de la hipótesis se realiza recolectando información cuantitativa de conceptos medibles que se derivan de los conceptos teóricos previamente dados como ciertos. A ese cuerpo de partida se le suele denominar **axiomas** y es muy importante que sean ciertos, ya que de su veracidad parte toda la investigación. El análisis de la información que se va adquiriendo debe ser lo suficientemente significativo como para aceptar la hipótesis o negarla.

El proceso que se sigue pues es, normalmente, el **hipotético-deductivo**.

Desde esta tradición empírico-analítica se considera que **el proceso de investigación sigue una serie de etapas** a través de las cuales el investigador realiza el proceso de investigación. Las **etapas** son las siguientes:

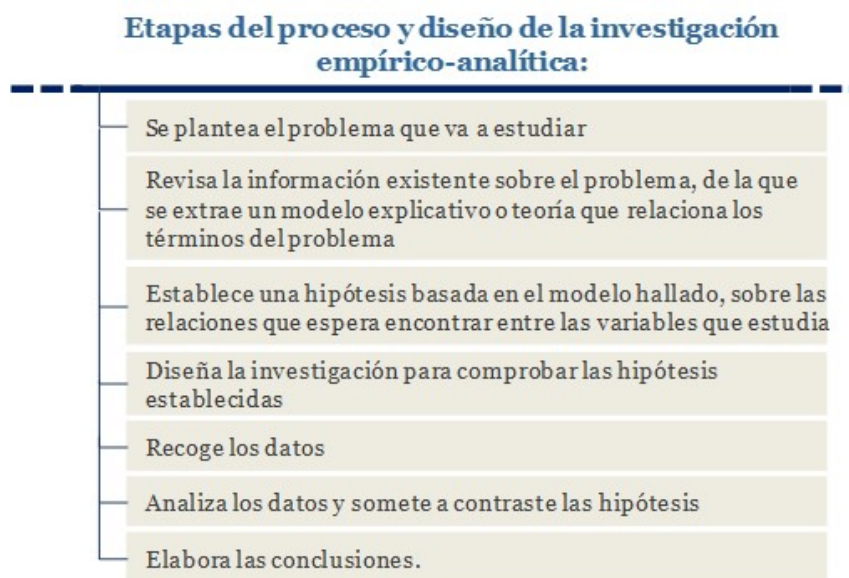


Figura 2. Etapas del proceso empírico-analítico.

Planteamiento del problema

La necesidad de resolver un problema se toma como punto de partida de la investigación, iniciándose con el planteamiento de este. Sin embargo, previamente, el problema objeto de estudio **tiene que reunir unas condiciones básicas** para que pueda considerarse científico, de tal forma que:

- ▶ Ha de explorar una relación entre dos o más variables.
- ▶ El problema debe formularse sin ambigüedad.
- ▶ Debe ser verificable empíricamente.

Formulación de las hipótesis

Una hipótesis se considera como una **respuesta conjetural al problema**, es decir, una solución tentativa al problema de investigación.

La **formulación de hipótesis** debe realizarse de un modo claro y preciso, de manera preferentemente enunciativa y teniendo en cuenta que implique no solo la existencia de relación entre dos o más variables medibles, sino el tipo de relación que pensamos que existe. Esa suposición es la que queremos aceptar.

Al conjunto de procedimientos que seguirá el investigador para contrastar las hipótesis se le denomina la **metodología**. El investigador debe elaborar un diseño o esquema de acción en el que se describa con detalle qué se debe hacer y cómo realizarlo. El investigador si no tiene la posibilidad de estudiar todos los casos, cosa muy habitual, debe realizar un muestreo e identificar cómo se han elegido los individuos que pertenecen a esa muestra, para hacerla representativa.

Para ello debemos seleccionar primero qué grupos van a participar en la muestra, y cómo vamos a asignar (bajo qué criterios) a un individuo en uno de esos grupos, siempre que no sea algo trivial (género, especie, etc.). También se debe elegir cómo vamos a tomar los datos de recogida (herramientas de medida, test, cuestionarios, escalas, etc.) y deben de ser lo más fiables posibles. Para ser cuantitativos los fenómenos a evaluar **deben poder ser representados con valores números**.

Análisis de datos

Es la organización de los datos de tal forma que permita al investigador dar respuesta al problema planteado y decidir si las hipótesis han sido confirmadas o rechazada. Se suele requerir algún tipo de análisis estadístico en el caso de que los datos se hayan obtenido a partir de una muestra.

Conclusiones

Las **conclusiones** son respuestas a los problemas planteados o decisiones acerca de mantener o no las hipótesis formuladas.

No solo han de aportarse las conclusiones, sino que además el investigador debe contextualizarlas en el marco de estudios previos, resaltando en qué medida son coincidentes o discrepan, cómo se integran en sistemas teóricos más amplios que permitan explicar los resultados obtenidos, o cómo contribuyen al cuerpo de conocimientos que ya existe sobre ese mismo problema. En definitiva, el investigador debe presentar su propia interpretación de los resultados.

Diseño de un experimento cuantitativo

La elaboración de un experimento **cuantitativo exige un cuidadoso trabajo de definición sobre las variables a contemplar que sea claro y preciso**. Por ejemplo, se han de tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ▶ Establecer, de forma clara y precisa, las variables contempladas en el problema de investigación, es decir definir cuáles son las variables a estudiar.
- ▶ Examinar cuidadosamente la relación o relaciones de variables utilizadas en el estudio.
- ▶ Definir las variables, de forma detallada, tanto en lo conceptual, como en términos operacionales e instrumentales. Esto nos lleva a las siguientes interrogantes:
 - ¿Cómo se sustentan teórica y conceptualmente las variables del estudio?
 - ¿Cómo se realizarán las mediciones? ¿Cuáles serán los indicadores y qué instrumentos se emplearán?
- ▶ Garantizar la repetibilidad de los experimentos.
- ▶ Usar grupos de control que nos permita contrastar los resultados donde no se modifique la variable independiente.

Para finalizar, queremos enfatizar que el control y validez interna de los estudios con enfoque cuantitativo de investigación y, particularmente, los diseños experimentales, demandan un escrupuloso y aséptico manejo de los procedimientos de manipulación de variables como garantía de la pureza de la experimentación.

Ventajas y desventajas de la investigación cuantitativa

La investigación cuantitativa tiene una serie de ventajas sobre la cualitativa y viceversa. Vamos a resumir estas **ventajas y desventajas** en el siguiente cuadro resumen:

Ventajas y desventajas de la investigación cuantitativa			
Ventajas		Desventajas	
1	Permite medir datos concretos	1	El contexto del experimento es ignorado
2	El investigador es más objetivo	2	No estudia los fenómenos en su ambiente natural
3	Se pueden probar hipótesis en experimentos	3	Si se basa en estadística; la población seleccionada debe ser muy grande

Tabla 1. Ventajas y desventajas de la investigación cuantitativa. Fuente: elaboración propia.

Ejemplos de experimentos cuantitativos

Aquí tienes una serie de ejemplos de experimentos cuantitativos:

- ▶ Descubrir el porcentaje de almidón que posee cada alimento que consumimos, para determinar su índice glucémico (IG).
- ▶ Conocer el índice de inflación en una economía determinada, tomando como base porcentajes históricos de meses previos, los precios de los alimentos en las grandes cadenas de supermercados, etc.
- ▶ Conocer el porcentaje de obesos que vive en la región, teniendo en cuenta variables como la condición de salud, el sexo y la edad.
- ▶ Cuántos niños en una comunidad aún no tienen las vacunas indicadas para su edad.
- ▶ Se necesita saber la precisión que tiene nuestro nuevo algoritmo de *deep learning* para clasificar los tipos de clientes de una organización.

2.5. Metodología empírica cualitativa

La **investigación cualitativa** se interesa **por captar la realidad a través de los ojos de los sujetos de estudio**. Es decir, a partir de la percepción que dicho sujeto tiene en su propio contexto. El investigador induce las propiedades del problema que se va a estudiar en base a la forma en la que los individuos se desenvuelven en el mundo donde se plantea el problema a resolver (Bonilla y Rodríguez, 1997).

La investigación cualitativa se plantea, por un lado, qué observadores competentes y cualificados pueden informar con objetividad, claridad y precisión acerca de sus propias observaciones del mundo social, así como de las experiencias de los demás. Por otro, los investigadores se aproximan a un sujeto real, un individuo real que está presente en el mundo y que puede, en cierta medida, ofrecernos información sobre sus propias experiencias, opiniones, valores, etc. Por medio de un conjunto de técnicas o métodos como las entrevistas, las historias de vida, el estudio de caso o el análisis documental; el investigador puede añadir sus observaciones con las observaciones aportadas por los entrevistados.

Estas dos ideas han incitado a los investigadores cualitativos a buscar un método que les permitiera registrar sus propias observaciones de una forma adecuada, y que permitiera dejar al descubierto los significados que los sujetos ofrecen de sus propias experiencias. Este método confía en las expresiones subjetivas (escrita y verbal) de los significados dados por los propios sujetos estudiados. Así, el investigador cualitativo dispone de una ventana a través de la cual puede adentrarse en el interior de cada situación o sujeto.

En la Figura 3 podemos observar el proceso de investigación que planteamos (Rodríguez, Gil y García, 1999). A través de esta representación se intenta expresar el carácter continuo del mismo, con una serie de fases que no tienen un principio y final claramente delimitados, sino que se superponen y mezclan unas con otras, pero

siempre en un camino hacia delante en el intento de responder a las cuestiones planteadas en la investigación. Así, en este proceso se dan cuatro fases fundamentales:

- ▶ Preparatoria.
- ▶ Ejecutiva.
- ▶ Analítica.
- ▶ Conclusiva.



Figura 3. Fases de la investigación cualitativa. Fuente: Rodríguez, Gil y García, 1999.

Continuamente, a lo largo de todo el proceso de investigación, el investigador tendrá que ir tomando opciones entre las diferentes alternativas que se van presentando. Si hay algo común a los diferentes enfoques cualitativos, esto es el **continuo proceso de toma de decisiones** a las que se ve sometido el investigador.

Fase preparatoria

En esta fase inicial de la investigación **cualitativa podemos diferenciar dos grandes etapas: reflexiva y diseño**. En la primera etapa el investigador, tomando como base su propia formación investigadora, sus conocimientos y experiencias

sobre los fenómenos en estudio y, claro está, su propia ideología, intentará establecer el marco teórico-conceptual desde el que parte la investigación. La etapa de diseño se dedicará a la planificación de las actividades que se ejecutarán en las fases posteriores.

Fase de trabajo de campo

Hasta este momento del estudio, el investigador ha permanecido fuera del campo, o a lo sumo ha tenido algún contacto esporádico para recabar algún tipo de información que le era necesaria para iniciar una primera toma de contacto.

Si en la fase de preparación había que tener en cuenta la formación y experiencia del investigador, en este momento del estudio resulta de una importancia crucial algunas características de este, que permitirán el avance de la investigación.

A través de su habilidad, paciencia y visión, el investigador obtiene la información necesaria para producir un buen estudio cualitativo. Debe estar preparado para confiar en el escenario; ser paciente y esperar hasta que sea aceptado por los informantes, en definitiva, ser flexible y tener capacidad de adaptación.

Hay que ser conscientes de que existen muchas **maneras diferentes de obtener la información necesaria**.

- ▶ Es preciso **ser persistente**, ya que la investigación se hace paso a paso, los datos se contrastan una y otra vez, se verifican se comprueban, etc.; las dudas surgen y la confusión es preciso superarla.
- ▶ **Meticuloso**, cuidando cualquier detalle, sobre todo en lo que se refiere a la recogida de información y su archivo y organización.
- ▶ Debe tener una **buena preparación teórica** sobre el tópico objeto de estudio y sobre las bases teóricas y metodológicas de la ciencia que esté estudiando. En

nuestro caso, la inteligencia artificial.

Así pues, el investigador debe ser consciente de las metodologías y procesos que se llevan a cabo en el desarrollo de *software* basado en inteligencia artificial, sus peculiaridades y qué implicaciones tiene dentro de la investigación llevada a cabo.

Fase analítica

Aunque situamos esta fase tras la ejecutiva, en modo alguno queremos significar que **el proceso de análisis de la información recogida se inicia tras el abandono del escenario de estudio**. Al contrario, la necesidad de contar con una investigación con datos suficientes y adecuados exige que las tareas de análisis se inicien durante la etapa de recogida de datos. No obstante, por motivos didácticos la situamos como una fase posterior.

El análisis de datos cualitativos va a ser considerado aquí como un proceso realizado con un cierto grado de sistematización que, a veces, permanece implícita en las actuaciones emprendidas por el investigador.

En este sentido, resulta difícil hablar de una estrategia o procedimiento general de análisis de datos cualitativos, con la salvedad de lo que pueda inferirse a partir de las acciones identificadas en un análisis ya realizado. No obstante, tomando como base estas inferencias, **es posible establecer una serie de tareas u operaciones que constituyen el proceso analítico básico**, común a la mayoría de los estudios en que se trabaja con datos cualitativos. Estas **tareas** serían:

- ▶ Reducción de datos.
- ▶ Disposición y transformación de datos.

- Obtención de resultados y verificación de conclusiones.

Fase informativa

La culminación del proceso de investigación lo constituye la **presentación de los resultados**, a través del cual el investigador no solo llega a alcanzar una mayor comprensión del fenómeno objeto de estudio, sino que comparte esa comprensión con los demás. El informe cualitativo debe ser un argumento convincente presentando los datos sistemáticamente que apoyen el caso del investigador y acepte las explicaciones alternativas. Existen dos **formas fundamentales de escribir un informe**:

- Como si el lector estuviera resolviendo el puzle con el investigador.
- Ofrecer un resumen de los principales hallazgos y entonces presentar los resultados que apoyan las conclusiones.

Diseño de un experimento cualitativo

Al no estar sujeto a unas variables específicas como en el caso de la cuantitativa, el problema se va reformulando a la hora de realizar la investigación.

En el diseño experimental de este tipo de investigación, lo primero que debemos es **identificar a los sujetos de estudio**, ya que generalmente no se podrán conseguir muestras aleatorias y será el investigador el que los seleccione acorde con el propósito de la investigación.

Por otro lado, la **hipótesis** no va a surgir al inicio de la investigación, sino que irá cambiando. Así que es fundamental la capacidad de síntesis del investigador para

procesar toda esta información que se va a ir adquiriendo y darle una interpretación adecuada.

En cuanto a la **validación de los resultados**, al igual que pasa con la formulación del problema, es dinámica y continua. También estas conclusiones se deben ir reformulando a lo largo del proceso de investigación. Por ello, a veces es importante contrastar la opinión con otros grupos en foros de debate para tratar de contrastar la opinión con otros investigadores.

Los **procesos de recolección de datos** empleados en los estudios cualitativos normalmente no se basan en métodos estandarizados y es muy probable que el análisis no pueda ser estadístico o que este tenga poco peso, debido a que se centra en los puntos de vista de los diferentes individuos que forman parte del estudio. De hecho, para centrarse más en las experiencias de los sujetos, las muestras suelen ser pequeñas. Por lo tanto, usan principalmente el **método inductivo**, como explicamos al principio de tema.

Las **principales técnicas** que se utilizan en la investigación cualitativa son:

- ▶ Entrevistas abiertas.
- ▶ Observación no estructurada.
- ▶ Revisión de documentos.
- ▶ Discusiones en grupo.
- ▶ Evaluación de experiencias.

Ventajas y desventajas de la investigación cualitativa

La investigación cualitativa tiene una serie de ventajas sobre la cuantitativa y viceversa. Vamos a resumir estas ventajas y desventajas en el siguiente cuadro resumen:

Ventajas y desventajas de la investigación cualitativa			
Ventajas		Desventajas	
1	Útil en etapas tempranas de un estudio	1	Investigador muy involucrado, con lo cual pierde objetividad
2	No necesita un plan estrictamente diseñado, lo que da libertad al investigador	2	El investigador es clave en la interpretación
3	Información más detallada	3	Consume mucho tiempo
4	Observa el contexto de los sujetos de estudio		

Tabla 2. Ventajas y desventajas de la investigación cualitativa. Fuente: elaboración propia.

Ejemplos de investigación cualitativa

A continuación, describimos algunos ejemplos de investigaciones cualitativas:

- ▶ En antropología, este método permite analizar qué dice, cómo se comporta o cómo piensa un grupo étnico.
- ▶ En el mundo del trabajo se puede medir y valorar al personal y los colaboradores de una empresa, así como valorar nuevos candidatos.
- ▶ En psicología se utilizan valoraciones cualitativas para medir distintos fenómenos como la empatía, el desempeño en sociedad o el bienestar.
- ▶ En el ámbito de la educación, se puede estudiar la composición de una clase y así

permitir que los docentes adapten su didáctica a las características específicas del grupo.

- ▶ Podemos evaluar un sistema recomendador en función de las opiniones de los usuarios.

2.6. Referencias bibliográficas

Bernal, I. (2012). *El repositorio institucional*. UNED: e-Spacio.

Klingner, J. K., Scanlon, D. y Pressley, M. (2005). How to publish in scholarly journals. *Educational researcher*, 34(8), 14-20.

Scientific Papers

Ramesh, V., Glass, R. L., y Vessey, I. (2004). *Research in computer science: an empirical study*. *Journal of systems and software*, 70(1-2), 165-176. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0164121203000153>

Este artículo se examina el estado de la investigación en ciencias de la computación, abordando cuestiones como qué temas abordan los investigadores, qué enfoques y métodos de investigación utilizan y de qué disciplinas de referencia depende la investigación.

Uso ético de la información y sus citas bibliográficas

UNED. (23 de marzo de 2017). *Uso ético de la información y sus citas bibliográficas*.
2.uned.es. Recuperado de:
http://www2.uned.es/biblioteca/tutorial_uso_etico/citas_bibliograficas.htm

En el siguiente enlace a la página de UNED se muestra una introducción al sistema de citas bibliográficas incluyendo ejemplos variados.

Scientific Studies: Last Week Tonight with John Oliver (HBO)

LastWeekTonight. (9 de mayo de 2016). *Scientific Studies: Last Week Tonight with John Oliver* [Video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=0Rnq1NpHdmw>

El presentador y cómico John Oliver presenta su punto de vista en clave de humor sobre ciertos estudios científicos que considera falsos o incompletos.

1. Es un elemento esencial de la ciencia:
 - A. El empleo de la tecnología, porque asegura que la investigación se hace según los últimos medios.
 - B. La repetitividad, porque permite comprobar los resultados obtenidos.
 - C. La geografía, porque la forma de hacer ciencia está condicionada por el ámbito geográfico.
 - D. El coste de la experimentación, porque en un entorno de crisis es algo para tener en cuenta.

2. El método científico tiene las siguientes fases:
 - A. Observación, documentación, experimentación y conclusiones.
 - B. Observación, hipótesis, experimentación y conclusiones.
 - C. Hipótesis, documentación, experimentación y análisis.
 - D. Ninguna de las anteriores.

3. La metodología cuantitativa es:
 - A. Mide la precisión de las magnitudes que se pueden representar numéricamente.
 - B. Se interesa por captar la realidad a través de los ojos de los sujetos de estudio. Es decir, a partir de la percepción que dicho sujeto tiene en su propio contexto.
 - C. Su propósito de describir la estructura y características de un objeto, situación, hecho o fenómeno a partir de algún modo de observación sistemática de este.
 - D. Parte de un cuerpo de conocimientos teóricos ya aceptados para formular hipótesis sobre relaciones especiales entre variables que forman parte del problema que se está estudiando.

4. Los métodos lógicos:
 - A. Se centran en el método cuantitativo y cualitativo.
 - B. Se centran en el método deductivo y el método inductivo.
 - C. Los más usados son el método experimental y el cuasiexperimental.
 - D. Ninguno de los anteriores.

5. La metodología cualitativa tiene las siguientes partes:
 - A. Preparatoria, hipótesis, experimentación y analítica.
 - B. Preparatoria, ejecutiva, analítica, conclusiva.
 - C. Observación, hipótesis, experimentación y conclusiones.
 - D. Análisis, diseño, implementación y pruebas.

6. La hipótesis:
 - A. Se extrae a base de las conclusiones del experimento.
 - B. Se considera como una respuesta conjetural al problema, es decir, una solución tentativa al problema de investigación.
 - C. No es necesario que sea aceptada experimentalmente.
 - D. Es clave en la metodología cualitativa.

7. Las conclusiones en la metodología cuantitativa:
 - A. Permiten definir si una investigación tiene aplicabilidad o no.
 - B. No dicen nada sobre la veracidad o falsedad de la hipótesis inicial.
 - C. Pretenden analizar los resultados experimentales.
 - D. Son respuestas a los problemas planteados o decisiones acerca de mantener o no las hipótesis formuladas.

8. Las principales técnicas que se utilizan en la investigación cualitativa son:
- A. Entrevistas abiertas, observación no estructurada, revisión de documentos, discusiones en grupo, evaluación de experiencias.
 - B. Entrevistas abiertas, medición de resultados, revisión de documentos, evaluación de expertos.
 - C. Entrevistas cerradas, test, medición de resultados, discusiones en grupo, evaluación de experiencias.
 - D. Ninguna de las anteriores.
9. Diseño de un experimento cuantitativo se debe:
- A. Diseñar las entrevistas previamente.
 - B. Establecer, de forma clara y precisa, las variables contempladas en el problema de investigación, es decir definir cuáles son las variables para estudiar.
 - C. Que el investigador se involucre dentro del ambiente a investigar.
 - D. Ninguna de las anteriores.
10. La validación de los experimentos cualitativos:
- A. Es dinámica y continua.
 - B. Debe realizarse desde un punto de vista objetivo al final del proceso de investigación.
 - C. Debe decidir si la hipótesis es correcta o no.
 - D. Es resultado de la evaluación empírica de los experimentos.