

**Curso virtual**

# **Aprendizaje basado en la investigación e indagación**

**Unidad 1**

**Pensamiento científico: ¿es solo  
de los científicos?**

Jefe de Proyecto	:	Alonso Velasco Tapia
Autora del módulo	:	Isabel Vaccari Vega-Centeno
Diseño gráfico	:	PUCP Virtual
Diagramación	:	Olga Tapia Rivera
Ilustraciones	:	Paul Pinedo Calle
Contenido de material digital	:	Isabel Vaccari Vega-Centeno
Revisión de contenidos digitales	:	Rita Carrillo Robles y Alonso Velasco Tapia
Diagramación y programación	:	PUCP Virtual

Primera edición, marzo 2021

Revisión de contenidos: Verónica Castillo Pérez

Cuidado de edición: Rita Carrillo Robles, Verónica Castillo Pérez y  
Alonso Velasco Tapia

Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica del Perú

Av. Universitaria 1801 - San Miguel, Lima.

Página Web: [facultad.pucp.edu.pe/educacion](http://facultad.pucp.edu.pe/educacion)



Curso 2: Aprendizaje basado en la investigación e indagación  
by Isabel Vaccari Vega-Centeno - Facultad de Educación  
de la Pontificia Universidad Católica del Perú is licensed  
under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-  
CompartirIgual 4.0 Internacional License.



# Índice

Introducción

5

Competencias y capacidades

6

Organización de saberes

6

Unidad 1: Pensamiento científico

7

1.1. ¿Qué es la ciencia?

9

1.2. Breve historia de la ciencia

12



1.3. Método científico y pensamiento científico

17

1.4. La constante búsqueda de la verdad: ¿Qué es el error?

23

1.5. Hechos, opiniones e información falsa: importancia de la evidencia y contrastación de fuentes

25

Referencias bibliográficas

27



# Introducción

---

Piensa por un momento: ¿Por qué decidiste dedicarte a enseñar? ¿Cuáles fueron tus principales motivaciones? ¿Qué te inspiró? ¿Qué te sigue inspirando, a pesar de todas las dificultades?

La carrera docente puede ser una de las más sacrificadas y, muchas veces, poco reconocida. Sin embargo, pocas cosas son más importantes que la tarea docente: acompañar y guiar el aprendizaje de los niños y adolescentes, dotándolos de experiencias y entornos para construir habilidades y conocimiento útiles para su vida.

La educación, como todos los ámbitos humanos, ha ido evolucionando y cambiando sus objetivos y métodos. Actualmente, es ampliamente aceptado que debemos estimular la transdisciplinariedad, volver al estudiante protagonista de su propio aprendizaje y dotarlo de herramientas para que pueda aprender de manera autónoma y significativa, no solo durante sus años escolares, sino durante toda su vida.

Pero en este contexto, ¿son realmente importantes las ciencias? ¿Por qué sería necesario que los estudiantes reciban educación científica, si es que no todos van a seguir carreras afines? ¿Para qué sirve enseñar ciencias?

La primera respuesta, tal vez la más reconocible, sea para entender. Es decir, para conocer y poder explicar cómo funciona el mundo que nos rodea. Pero esto no es lo único importante de educar en ciencias. Enseñar ciencias, desde la indagación, ayuda a desarrollar en los estudiantes pensamiento crítico que los invita a cuestionar lo establecido y a poder discriminar los hechos basados en evidencia y las opiniones o noticias falsas y manipuladoras, en cualquier ámbito en el que se desarrolle.

La educación en ciencias, además, genera las capacidades para detectar y analizar los problemas que como sociedad enfrentamos, de manera que podamos tomar acciones informadas y ser parte activa de las soluciones.

Y finalmente, pero no menos importante, educar desde la indagación y el pensamiento científico ayuda a la construcción de comunidad, a tener una disposición a escuchar argumentos contrarios a nuestras ideas, a buscar la verdad por sobre nuestros deseos y trabajar en equipo para llegar a una meta.



# Competencias y capacidades

Al estudiar este curso, lograrás alcanzar las siguientes competencias y capacidades:

COMPETENCIAS	CAPACIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza el papel de la educación en la formación de ciudadanos con derechos y deberes socioambientales locales y globales, sustentado en el conocimiento teórico del enfoque STEM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utiliza la indagación científica en su área de enseñanza, basándose en sus conocimientos acerca de la ciencia y el pensamiento científico, adoptando, de ser necesario, cambios en su práctica docente y en su imagen del estudiante.</li> </ul>

# Organización de saberes

Revisa los siguientes contenidos que estudiarás en este fascículo:

UNIDADES	CONTENIDOS	DURACIÓN
<b>Unidad 1:</b> Pensamiento científico	1.1. Qué es la ciencia: definiciones 1.2. Breve historia de la ciencia 1.3. Método científico y pensamiento científico 1.4. La constante búsqueda de la verdad: ¿Qué es el error? 1.5. Hechos, opiniones e información falsa: importancia de la evidencia y contrastación de fuentes	Semana 01

## Unidad 1:

# Pensamiento científico

Este fascículo, busca que conozcas el pensamiento científico y algunos subtemas referidos a este como qué es la ciencia, su historia, y el método científico. ¡Te invitamos a iniciar el estudio!



### Identifica

#### Crece en Perú rechazo a vacunas contra Covid-19



Primer modificación: 16/01/2021 - 19:58



Lee el siguiente artículo sobre el rechazo de peruanos a la vacuna que aumenta a 48%. Para ello ingresa al siguiente enlace

<https://www.france24.com/es/minuto-a-minuto/20210116-crece-en-per%C3%BA-rechazo-a-vacunas-contra-covid-19>

Fuente: France 24 (2021, enero 16) Crece en Perú rechazo a vacunas contra Covid-19 [artículo]. Recuperado de <https://www.france24.com/es/minuto-a-minuto/20210116-crece-en-per%C3%BA-rechazo-a-vacunas-contra-covid-19>

Te invitamos a responder la siguiente pregunta:



## Reflexionemos

¿A qué factores crees se debe que el porcentaje de personas que rechazan la vacuna se haya duplicado en pocos meses?

**Noticias** | **EL RIESGO MORTAL DE NO VACUNARSE**  
Publicado 12-08-2015

- La peligrosa tendencia de no administrar las vacunas indicadas por los organismos de salud mundial a los niños, influenciada por una campaña global de los denominados antivacunas basada en la creencia de que son dañinas e innecesarias, provoca graves consecuencias en la totalidad de la comunidad.
- Vacunarse no es una opción personal puesto que no sólo afecta a un individuo sino que expone a graves consecuencias, incluida la muerte, a todos quienes le rodean.

Uno de los líderes del movimiento antivacunas, el doctor Jeff Bradstreet, quien culpó a la vacunación por el autismo de su hijo, se suicidó el mes pasado en Estados Unidos. Dejando atrás una serie de publicaciones en las que asegura la relación entre la inoculación y este trastorno del neurodesarrollo. Se desconocen las causas de su drástica decisión pero sí se sabe que la vacunación ha permitido la disminución de la morbilidad y mortalidad de las enfermedades infecciosas que se pueden evitar mediante la vacunación, contribuyendo a la baja de la mortalidad infantil. Durante el mismo mes, Chile sufrió un brote de sarampión que afectó a siete personas por una enfermedad erradicada hace décadas.

Los argumentos más comunes de los detractores de las vacunas, son que revisten peligro, no ofrecen una inmunidad duradera, contienen tóxicos y provocan las enfermedades en vez de curarlas o prevenirlas. Todo lo anterior carece de base



Ahora revisa el siguiente documento: El riesgo del movimiento antivacunas ingresando al siguiente enlace:

<https://www.conicyt.cl/explora/el-riesgo-mortal-de-no-vacunarse-expertos-advierten-grave-peligro/>

Fuente: Muñoz, F. y Oñate, A. (2015, agosto 12) El riesgo mortal de no vacunarse [artículo]. Chile: Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) Recuperado de <https://www.conicyt.cl/explora/el-riesgo-mortal-de-no-vacunarse-expertos-advierten-grave-peligro/>

Te invitamos a responder la siguiente pregunta:



## Reflexionemos

¿Crees que el nivel de acceso al conocimiento científico afecta la vida cotidiana de las personas y de la sociedad? ¿Qué es la ciencia? ¿Cómo se entrelaza con las diferentes disciplinas?

## Analiza

Vivimos en un momento de nuestra historia de grandes avances tecnológicos y científicos, el conocimiento de nuestro universo y sus fenómenos avanzan a pasos agigantados. Sin embargo, al mismo tiempo, las corrientes anticientíficas y de conspiración sobre el actuar científico son cada vez más populares. La desconfianza de gran parte de la población mundial acerca de las vacunas, por ejemplo, reflejan un divorcio entre la comunidad científica y las personas, y sus consecuencias son graves. Esta desconexión responde a varias causas y una de ellas se puede remontar a la educación básica: ¿Cómo estamos enseñando ciencias? ¿Sus contenidos están contextualizados en la vida de nuestros estudiantes? Pero partamos por la siguiente pregunta: ¿Entendemos los docentes qué es la ciencia y cómo funciona?

### 1.1. Qué es la ciencia: definiciones

Ciencia viene del latín *scientia*, que significa *conocimiento*. Sin embargo, la palabra ciencia se refiere no solo a datos o hechos. Si buscamos su definición moderna, podemos encontrar que se trata de un “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”<sup>1</sup>.

Pero la ciencia no es solo conocimiento útil sobre la naturaleza o la investigación sistemática de la misma. Es, por sobre todo, “un método para investigar a la naturaleza —una manera para conocer acerca de la naturaleza— que descubre conocimiento confiable sobre ella”<sup>2</sup>.

Entonces, la ciencia es un sistema ordenado y estructurado que cuestiona, estudia, indaga e interpreta los fenómenos naturales y sociales para poder comprender, conocer y acercarnos a la realidad que nos rodea. Comprende, por consiguiente, tanto el conocimiento adquirido en toda su historia, como los métodos que hacen posible adquirirlos.

En esta primera parte de la unidad, desarrollaremos brevemente algunos de estos conceptos.

---

<sup>1</sup> Real Academia Española (2020), Diccionario de la Lengua Española. Madrid. Recuperado de <https://dle.rae.es/ciencia>.

<sup>2</sup> Schaferman, S. (1997). An Introduction to Science - Scientific Thinking and the Scientific Method. Miami University. Recuperado de <https://www.geo.sunysb.edu/esp/files/scientific-method.html>

## Observación

¿Qué ocurre si a una niña de 3 años le presentamos un bloque de arcilla para modelar?

Imagine cuál sería su reacción, si es que nunca antes estuvo en contacto con este material. Lo más probable es que lo mire atentamente y proceda a tocarlo para conocer su textura, su consistencia, qué puede hacer o no con él.



Figura 1.

Fuente: Elaboración propia



Incluso puede olerlo, y quien sabe, tal vez la curiosidad la lleve a querer probar un poco.

Lo que esta niña está haciendo es observar, en el sentido más amplio del término. Busca, a través de sus sentidos, comprender y conocer un nuevo objeto, sus propiedades y sus posibilidades.

Del mismo modo, la observación científica, tiene como fin conocer, mediante nuestros sentidos, un objeto, hecho o fenómeno, de manera rigurosa y sistemática, sin intervenir ni direccionar nuestros resultados a nuestras creencias o aspiraciones, sino nada más que a la realidad del objeto de estudio.

La observación científica siempre se enmarca en un objetivo de estudio y para esto, se diseña y planifica cómo se realizará y se definen las condiciones de dicha observación. Es parte fundamental de la experimentación científica, ya que se registra data (ya sea cualitativa o cuantitativa) que se analiza e interpreta, para llegar a una conclusión. Más adelante profundizaremos acerca del método científico.

## Hecho, hipótesis, teoría y ley

Antes de continuar, te invitamos que respondamos a las siguientes preguntas:



### Reflexionemos

¿Qué definición tienes sobre estos términos? Para ti, ¿son sinónimos o existen diferencias? ¿Cuáles?

## Pensamiento científico: ¿es solo de los científicos?

Es muy común escuchar a personas que desconfían de la ciencia decir cosas como “pero esto es solo una teoría” y la confusión es entendible, si tomamos en cuenta el significado coloquial de la palabra y lo contrastamos con el significado científico. Hecho, hipótesis, teoría y ley, son conceptos científicos muy importantes e íntimamente ligados entre ellos.

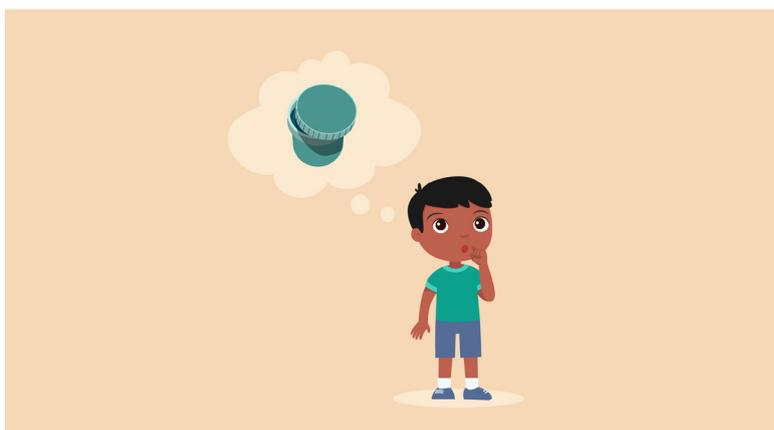
Observa las siguientes escenas:



### Hecho

Figura 2. Hecho

Fuente: Elaboración propia



### Hipótesis

Figura3. Hipótesis

Fuente: Elaboración propia



### Teoría

Figura 4. Teoría

Fuente: Elaboración propia

Después de observar con detenimiento, podemos establecer que un hecho es algo que ocurre en el mundo que nos rodea y que es observable. Por ejemplo, la primera escena que observaste: *en nuestra clase de arte nuestras témperas están secas y cuarteadas*.

Una hipótesis es un intento de explicar un hecho, y es el punto de partida para las investigaciones, ya que puede ponerse a prueba, para comprobarla o desecharla: *Tal vez se han secado porque no las hemos tapado correctamente*.

Una teoría es un conjunto de hipótesis que pueden explicar un fenómeno. Es decir, una teoría científica es una explicación muy bien sustentada que hemos adquirido a través del método científico, probada múltiples veces, confirmada por la observación y la experimentación, y que nos permite hacer *predicciones*. En nuestro ejemplo cotidiano podríamos decir, luego de probar nuestra idea: *Si no tapamos bien las témperas al momento de guardarlas, el agua que tienen se evaporará, y se secarán*.

Sin embargo, en el ámbito científico existe una categoría más: la ley. Una ley científica es una declaración basada en repetidas observaciones experimentales que describe un fenómeno de la naturaleza, muchas veces explicado a modo de fórmulas matemáticas, como la Ley de la gravedad, o la Ley de conservación de la energía. Es probable que en nuestro caso cotidiano no lleguemos a establecer una ley ya que no sería realmente necesario.

## 1.2. Breve historia de la ciencia

¿Te has preguntado alguna vez qué nos hace humanos? ¿Qué nos diferencia del resto de animales? Podríamos debatir mucho en este aspecto, pero probablemente, una de las principales ideas que vendrán a nosotros serán: razonamiento, tecnología y arte.

En un sentido amplio, podemos decir que la ciencia, o al menos las aptitudes científicas de los seres humanos, se remontan a nuestros orígenes. Avances tecnológicos como dominar el fuego o la fabricación de armas, fueron producto de la observación, la necesidad y el ensayo y error, y constituyeron un factor clave en su supervivencia por sobre otras especies.

La ciencia moderna, como la conocemos, data del siglo XVIII, pero en la historia, nada nace de manera espontánea. La ciencia tiene sus orígenes en los albores del tiempo, incluso en lo que antes se llamaba “magia” o ahora podemos llamar pseudociencia. Toda observación y desarrollo de ideas, conceptos y tecnología, están íntimamente entrelazadas y su evolución es constante, ya sea por confirmación o por descarte de los antiguos preconceptos.

# Breve historia de la ciencia



## Prehistoria

< 4000 a.C.

Descubrimiento del fuego y la fundición de los metales.

- Desarrollo de la agricultura y ganadería.

- Desarrollo de las sociedades tempranas.

- Desarrollo de la escritura.



Desarrollo de las sociedades tempranas



## Edad antigua

< 4000 a.C. - 476 d.C.

Las grandes civilizaciones antiguas empezaron a desarrollar las matemáticas, el conocimiento y la tecnología en base a la observación, el ensayo y error.

- Babilonia, Egipto, China, Oriente medio, Grecia, concentraban conocimiento, registro e intercambio cultural.



Creación de la filosofía



## Edad Media

(476 - 1453)

China medieval refinaba sus conocimientos y procesos tecnológicos, como la producción de seda, el descubrimiento de la pólvora, etc.

- Dentro del califato Abasida, las ciudades contaban con observatorios, hospitales, librerías públicas, mezquitas y madrasas.



Cosmopolita del Islam medieval



## La Revolución científica

(S. XVI - XVII)

Copérnico, propuso la teoría Heliocéntrica.

- Francis Bacon adopta el método físico para estudiar la naturaleza.

- Se publica el Principia Mathematica de Isaac Newton.



Nicolás Copérnico



## Edad contemporánea

(S. XIX a la actualidad)

La ciencia moderna incluye grandes avances en las matemáticas, la física, la teoría de la relatividad, la física cuántica, entre otras.

- Revolución industrial.

- Tecnología digital.



Revolución industrial



Fundición de los metales



Sociedad egipcia



China, producción de seda



Principia Mathematica de Isaac Newton



Tecnología digital

## Prehistoria (< 4000 a.C.)

Un hito particularmente importante, luego del descubrimiento del fuego y la fundición de los metales, que se dio en distintas partes del mundo fue el desarrollo de la agricultura y ganadería, un descubrimiento revolucionario obtenido gracias a la observación a detalle y sistematización de patrones y fenómenos naturales. Esto generó cambios fundamentales en las estructuras sociales, ya que por primera vez podían tener más alimento que el estrictamente necesario.

Este excedente llevó al desarrollo de las sociedades tempranas, ya que ahora existía tiempo para poder dedicarnos a actividades distintas a la mera supervivencia. El conocimiento, la tecnología, el arte y las explicaciones mítico-religiosas se hicieron cada vez más complejas. La prehistoria termina, para los historiadores, con el desarrollo de la escritura.

## Edad antigua (4000 a.C. - 476 d.C.)

Las grandes civilizaciones antiguas empezaron a desarrollar las matemáticas, el conocimiento y la tecnología en base a la observación, el ensayo y error. Babilonia, Egipto, China, Oriente medio, Grecia, fueron hervideros de conocimiento, registro e intercambio cultural. Avances en la medicina, técnicas de cultivo, navegación, astronomía, entre otras, moldearon las sociedades, lo cual nos volvió capaces de hacer *predicciones*. Sin embargo, existe una vital diferencia con la ciencia moderna: no existía *un método preciso de observación y experimentación para poder generar conocimiento*. Incluso, en la antigua Grecia, la idea de comprobar mediante la experimentación las hipótesis era considerada degradante, porque se daba más valor al proceso deductivo de la mente humana.

Aun así, uno de los principales aportes de la Filosofía Natural (el precursor de la ciencia moderna) fue la separación de la naturaleza de lo divino. Es decir, la naturaleza y sus fenómenos podían entenderse a través de la observación y nuestro intelecto.

Otro importante aporte de los griegos antiguos a la ciencia moderna es la utilización de la prueba matemática: por ejemplo, en la antigüedad se conocían ya valores de triángulos rectángulos, y eran utilizados en ingeniería, pero fue Pitágoras quien abstraigo en una forma simple y brillante la relación entre los catetos y la hipotenusa, que es aplicable a todos los triángulos rectángulos.

## Edad Media (476 - 1453)

Mientras la Europa medieval se veía envuelta en guerras, hambrunas y epidemias que ralentizaron su producción y avance tecnológico y científico (en el aspecto amplio de la palabra), en Oriente siguió floreciendo la cultura. La china medieval refinaba sus conocimientos y procesos tecnológicos, tales como la producción de seda, el descubrimiento de la pólvora o sus avances en el conocimiento de

procesos químicos, lo que derivó en el aumento y mejoramiento de la producción de hierro, produciendo una innovación en la tecnología agrícola y militar.

El Islam medieval era increíblemente cosmopolita y, en ciertas ciudades, la importancia del conocimiento era tal que se crearon centros de investigación y traducción de obras de todas partes del mundo conocido. Dentro del califato Abasida, las ciudades contaban con observatorios, hospitales, librerías públicas, mezquitas y madrasas (centros de conocimiento). Esto condujo a un importante desarrollo en campos como las matemáticas, la astronomía, la tecnología hidráulica y agrícola entre otras. Este florecimiento fue luego aprovechado por Europa, y sería el detonante de su renacimiento:

Si se transmitió la herencia de la civilización griega a Europa occidental fue a través de los árabes, traductores y continuadores. En medicina, astronomía, química, geografía, matemáticas y arquitectura, los frany adquirieron sus conocimientos en los libros árabes que asimilaron, imitaron y luego superaron<sup>3</sup>.

## La Revolución científica (S. XVI - XVII)

El redescubrimiento por parte de las sociedades europeas del legado grecorromano, así como eventos sociopolíticos de la época, tuvieron como resultado un renacimiento del conocimiento y la propagación de nuevas ideas basadas en observaciones, lo que dio lugar a la llamada Revolución Científica.

En esta época tenemos a Copérnico, quien propuso la teoría Heliocéntrica, es decir, la idea de que la tierra no es el centro del universo, sino que era un planeta más que giraba alrededor del Sol. Sus observaciones y fórmulas fueron luego refinadas por otros grandes astrónomos: Johannes Kepler y Galileo Galilei, gracias en gran medida al desarrollo del telescopio, pero sobre todo por un cambio en la actitud hacia los nuevos descubrimientos: estos debían ser tratados como hechos y no tratar de que encajen en las teorías preconcebidas o tradicionales, sino, de ser necesario, construir nuevas teorías en torno a ellos<sup>4</sup>.

La ciencia se va acercando a lo que conocemos actualmente, ya que pensadores como Francis Bacon adoptan un método distinto de estudiar la naturaleza, llamado *método físico*, que utilizaba la experimentación a partir de una hipótesis de carácter matemático.

Otras áreas que empezaron a florecer fueron las matemáticas, la biología, la anatomía (junto con la cirugía moderna), la química, la física, etc. Uno de los hitos

---

<sup>3</sup> Maalouf, A. (2010). Las cruzadas vistas por los árabes. Madrid: Alianza Editorial. p. 361. Durante las cruzadas, los árabes llamaban frany de manera genérica a sus adversarios europeos, principalmente francos.

<sup>4</sup> Chalmers, A. (2000). ¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Madrid: Siglo XXI Editores. 3ra edición.

más importantes de esta revolución es la publicación de *Principia Mathematica* de Isaac Newton, quien desarrolló y formuló las leyes físicas del movimiento y la gravitación universal.

Uno de los principales cambios de paradigma que podemos observar en esta época es el lema que escoge la Royal Society, fundada en Londres: *Nullius in verba* (*En la palabra de nadie*) que prácticamente quiere decir, “No creas nada sólo porque alguien te lo dice, prueba tú mismo cada nueva hipótesis o conjetura educada”.

## Edad contemporánea (S. XIX a la actualidad)

Debido a un creciente interés por democratizar la enseñanza de las ciencias, así como la profesionalización de la misma, se acuña el término moderno de “científico”. La ciencia moderna incluye grandes avances en las matemáticas, la física (el electromagnetismo, la óptica, la radioactividad, la teoría de la relatividad, la física cuántica, entre otras), la química (descubrimiento de todos los elementos y la creación de la tabla periódica), la biología (teoría de los gérmenes, evolución por selección natural, las leyes de la herencia) y sus aplicaciones tienen un impacto gigantesco en el desarrollo de las sociedades modernas, desde la revolución industrial hasta la actual tecnología digital.

El impacto de estos avances científicos en las condiciones de vida de la población mundial ha sido notable: se observa en el incremento de la esperanza de vida, la reducción de la mortalidad materno-infantil, la desaparición de ciertas enfermedades, entre otras<sup>5</sup>.

Después de revisar la historia de la ciencia, responde las siguientes preguntas:



### Reflexionemos

A pesar de las grandes diferencias entre el conocimiento generado en la antigüedad con respecto al rigor científico actual:

1. ¿Qué características comunes puedes observar a lo largo de la historia?
2. ¿Crees que sea posible hacer una analogía entre la historia de la ciencia con el desarrollo del pensamiento científico de una persona?

5 Sobre el incremento de la esperanza de vida y sus causas ver Roser, M., Ortiz-Ospina, E. y Ritchie, H. (2013). "Life Expectancy". En Our World In Data. Recuperado de: <https://ourworldindata.org/life-expectancy>. Sobre la relación entre ciencia y salud, ver Cutler, D., Deaton, A. y Lleras-Muney, A. (2006). The Determinants of Mortality. En Journal of Economic Perspectives. Vol. 20, Num. 3. pp. 97-120; así como López, J. A. y Lugones, M. (2002). Avances de la medicina en el siglo XX. Revista Cubana de Medicina General Integral. Vol.18, Núm. 4. Recuperado de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21252002000400001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252002000400001)



## 1.3. Pensamiento científico y método científico

La historia de nuestra especie y sus avances en torno al conocimiento, así como las aplicaciones del mismo para poder planificar nuestro futuro, resolver problemas y mejorar las condiciones de vida, han tenido como protagonista al pensamiento científico, también llamado pensamiento crítico.

El pensamiento científico, si bien es (o debería ser) utilizado por todos los científicos, no se restringe únicamente a la actividad científica. Su poder para *generar conocimiento confiable y resolver problemas* lo hace tal vez uno de los motivos más importantes para enseñar ciencias, más que el mismo conocimiento en sí: enseñar a un estudiante a pensar, cuestionar, llegar a conclusiones lógicas y distinguir la información confiable de la falsa o malintencionada.

Se hace evidente que esta manera de pensamiento le sirve tanto a los estudiantes que piensan dedicarse a las ciencias como a los que se dedicarán a otros ámbitos del conocimiento. Contar con abogados, sociólogos, periodistas, políticos, artistas que posean este tipo de pensamiento resultará en extremo valioso, no solo para los individuos, sino para la sociedad en su conjunto.

### ¿Cuáles son los principales componentes del pensamiento científico?

Contrariamente a lo que podemos pensar, lo más importantes componentes del pensamiento científico no son los pasos del método científico en sí, sino, en palabras de Steven Schafersman (1997), las bases en las que este se contextualiza: la evidencia empírica, el razonamiento lógico y la actitud escéptica.

#### a. Evidencia empírica:

Implica evidencia que podamos registrar desde nuestros sentidos. Lo más importante de esta evidencia es que es susceptible de ser percibida y replicada por otros observadores. Este tipo de evidencia es la única que se usa por los científicos para llegar a conclusiones y tomar decisiones.

#### b. Razonamiento lógico:

Esta es una habilidad compleja de desarrollar, ya que muchas veces los seres humanos preferimos creer en lo que nos es más cómodo, lo que va de acuerdo con nuestras creencias o deseos. El razonamiento lógico rompe con esto, y requiere de esfuerzo para poder aceptar el peso de la realidad. Para enseñar a pensar lógicamente, es necesaria mucha lectura (noticias, historia, filosofía), la escritura (como método para aterrizar nuestros propios pensamientos y concatenarlos adecuadamente), y por supuesto, las matemáticas y las mismas ciencias.



### c. Actitud escéptica:

Esta es una capacidad importante en la ciencia, pues permite a la mente dudar, preguntarse, buscar e indagar pruebas de las afirmaciones o creencias comunes. Implica, por lo tanto, el uso de los dos componentes precedentes: la búsqueda de evidencia empírica y el razonamiento lógico.

Es la actitud escéptica la que permite mejorar o incluso cambiar paradigmas científicos: dudar de lo que hasta el momento se sabe al encontrar evidencia que no se ajuste al modelo, fue el motivo por el cual, luego de siglos de no cuestionar el modelo del universo de Ptolomeo, que colocaba a la Tierra como su centro, se pudo desarrollar y finalmente aceptar como cierto el modelo Heliocéntrico, es decir, que nuestro sistema solar tiene al Sol como centro y la Tierra es un planeta que lo orbita, junto con otros.

Ahora reflexiona y responde:



### Reflexionemos

¿Cuáles crees que son las mayores dificultades que pueden tener las personas para aplicar estos tres componentes en su vida diaria?

¿Cómo crees que el pensamiento científico puede ayudar al desarrollo de la materia de tu curso (sea o no de ciencias)?

## Método científico

Como todo método académico, el método científico posee pasos establecidos con fines específicos, pero esto no implica, como muchas veces se enseña, un proceso “limpio” y lineal, como el que aparece en la imagen:

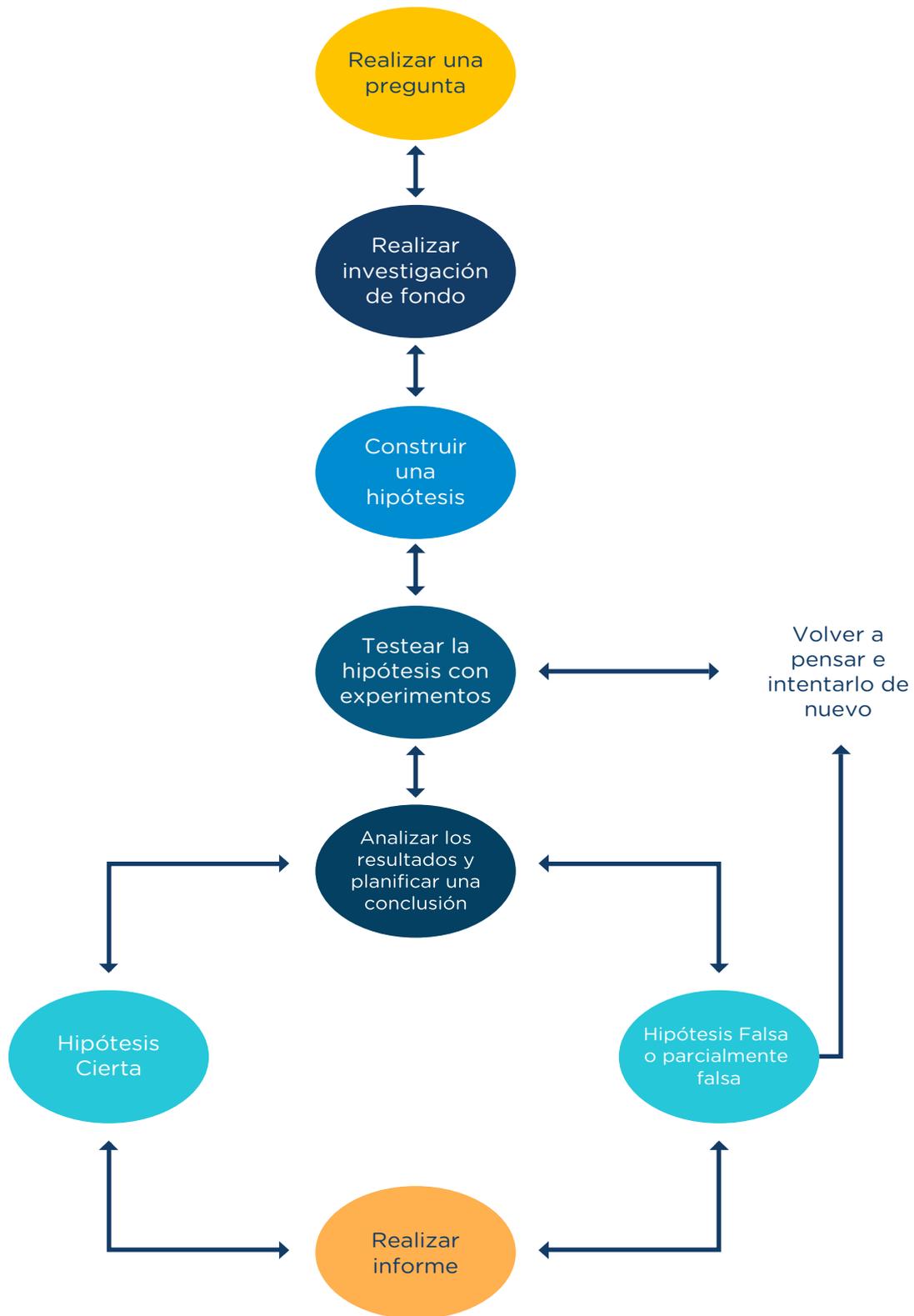


Figura 5. Modelo simplificado de las etapas del método científico

Fuente: Modelo simplificado de las etapas del método científico [Imagen]. (s.f.). Recuperado de [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/dd/M%C3%A9todo\\_cient%C3%ADfico.jpg/300px-M%C3%A9todo\\_cient%C3%ADfico.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/dd/M%C3%A9todo_cient%C3%ADfico.jpg/300px-M%C3%A9todo_cient%C3%ADfico.jpg)



## 2

### Investigación

Lo siguiente, dentro del método científico, es revisar e investigar qué es lo que ya se sabe al respecto o realizar observaciones preliminares que nos permitan contextualizar y responder a nuestra pregunta. Esto puede lograrse con una exhaustiva revisión bibliográfica, haciendo uso de nuestros conocimientos previos y de la observación.

## 3

### Hipótesis

Luego de la revisión y búsqueda de información, podemos proponer nuestra posible respuesta. Una hipótesis científica es una respuesta informada al problema del que partimos. Pero este intento de solución debe ser verificable, es decir, debemos poder ponerlo a prueba experimentalmente, y replicable por otros.

## 4

### Comprobación

En este momento es en el que ponemos a prueba nuestra hipótesis. Puede ser diseñando un experimento o realizando observaciones más exhaustivas. Para que un experimento realmente compruebe o rechace la hipótesis, debe ser correctamente diseñado y tener mucho cuidado con el control de variables. Aún así, es fundamental estar abiertos a la posibilidad de revisar los procesos y ajustar el diseño del experimento.

## 5

### Resultados

En este paso, se analizan los datos obtenidos por la experimentación u observación. Nos enfrentamos a dos posibilidades:

- a. El experimento u observación rechaza la hipótesis (total o parcialmente) En este caso, los investigadores pueden revisar nuevamente el diseño de su experimento y probar de nuevo, o realizar una nueva hipótesis y reiniciar el proceso desde este punto.
- b. El experimento u observación corrobora la hipótesis. En este caso, suelen realizarse repeticiones del mismo, y es deseable que otros equipos revisen y repitan el proceso independientemente. Cuando una hipótesis ha sido corroborada múltiples veces, es aceptada por la comunidad.

6

## Publicación de resultados

Luego de este proceso, se comunican los resultados, de manera detallada, de tal forma que nuestras afirmaciones estén sustentadas en evidencia y cualquiera pueda comprobarla por sí mismo. De esta manera, el conocimiento es sometido nuevamente al escrutinio, y al espíritu crítico y escéptico de otros investigadores, y se da a conocer formalmente a la sociedad.

En ciencia nada está escrito en piedra. Todas las hipótesis, modelos, teorías e incluso leyes están siempre sometidas a prueba constantemente y pueden (deben) ser puestas en tela de juicio si es que se encuentra nueva data que las cuestiona.

A continuación realiza lo siguiente:



### Reflexionemos

Observa este video de la caja de herramientas:



Niels deGrasse Tyson: Why science is hard

<https://www.youtube.com/watch?v=w8PoG3mvqk8>

Fuente: DeGrasse Tyson, N. (2020) Why Science is Hard. StartTalk. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=w8PoG3mvqk8>

¿Qué componentes del pensamiento científico se pusieron en juego en cada uno de los tres casos? ¿Cómo crees que el pensamiento científico y el método científico se conectan con tu área de enseñanza?



## 1.4. La constante búsqueda de la verdad: ¿Qué es el error?

Ya nos queda muy claro, que una de las características fundamentales de la ciencia es acercarse lo más posible a la realidad y construir conocimiento cada vez más confiable para poder construir modelos que nos permitan explicar cómo y por qué suceden las cosas.

Dentro del camino, el error es parte importante, porque nos permite descartar lo que no se ajusta a la realidad y nos obliga a replantear nuestras ideas originales. El error, tanto en la ciencia como en el aula, no debe ser temido, sino debe considerarse como una oportunidad de aprendizaje y crecimiento.

Si observamos a lo largo de la historia, muchísimas ideas consideradas correctas científicamente han ido siendo descartadas. Sin ir más lejos, muchas de las “verdades” médicas con que crecieron nuestros padres ya no son válidas en estos días, debido a los avances en la investigación. Si conocemos cómo funciona la ciencia, esto no debería sorprendernos. Sin embargo, sin una adecuada alfabetización científica, las personas pueden ver este comportamiento como “errático” y perder su confianza en la ciencia, al no obtener verdades monolíticas e incuestionables.

Esto es un problema grave, que deja abierto el espacio a ideas falsas, pseudociencias y teorías de la conspiración, que, teniendo una narrativa medianamente lógica, apelan al miedo y luego brindan la tan ansiada seguridad a las personas.

Uno de estos casos lo estamos viviendo actualmente, con el movimiento antivacunas, cuyas repercusiones son tan graves, que la Organización Mundial de la Salud consideró a este movimiento dentro de las 10 principales amenazas a la salud en 2019<sup>6</sup>. El movimiento se generó a partir de un estudio preliminar publicado en una revista científica por el Dr. Andrew Wakefield. En este artículo, Wakefield relaciona la aplicación de la vacuna triple vírica con el desarrollo de autismo.

Si bien este estudio ha sido probado como fraudulento y sus resultados fueron rechazados por numerosos investigadores, su impacto fue devastador: enfermedades que ya se consideraban extintas, han regresado a ser un problema sanitario en varios países desarrollados y el movimiento antivacunas sigue ganando seguidores.

---

<sup>6</sup> OMS (2019). Cuáles son las 10 principales amenazas a la salud en 2019. Washington, Estados Unidos. Recuperado de [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14916:ten-threats-to-global-health-in-2019&Itemid=135&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=14916:ten-threats-to-global-health-in-2019&Itemid=135&lang=es)



Uno de sus métodos para convencer a las personas es el uso de correlaciones espúrias, concluyendo una causalidad inexistente. Es muy importante saber que no porque dos variables tengan una correlación lineal, necesariamente existe una relación causal entre ellas. Para esto, es necesario analizar detalladamente todas las variables que influyen en un determinado fenómeno.

Por ejemplo, se suele decir que cuando a los niños les empiezan a salir los dientes, se puede producir fiebre. Estos dos eventos están correlacionados, si es que hacemos una observación de muchos casos y los graficamos. Sin embargo, se sabe que no es una relación causal, es decir, *la salida de los dientes no causa fiebre*. Lo que ocurre, es que los bebés, al sentir la picazón en las encías, tratan desesperadamente de morder cosas para poder aliviarse. Esto los puede poner en contacto con objetos contaminados con bacterias o virus, los cuales serían el verdadero causante de alguna fiebre pasajera.

Observa atentamente este video de la caja de herramientas:



## Reflexionemos

### La historia olvidada del autismo



[https://www.ted.com/talks/steve\\_silberman\\_the\\_forgotten\\_history\\_of\\_autism?language=es](https://www.ted.com/talks/steve_silberman_the_forgotten_history_of_autism?language=es)

Fuente: Steve Silberman, S. (2015, marzo) La historia olvidada del autismo. TED. Recuperado de [https://www.ted.com/talks/steve\\_silberman\\_the\\_forgotten\\_history\\_of\\_autism?language=es](https://www.ted.com/talks/steve_silberman_the_forgotten_history_of_autism?language=es)

Reflexiona ¿En qué falló la comunidad científica desde la publicación de los estudios de Kanner sobre el autismo hasta su revisión por Lorna Wing? ¿Cuáles son, según tu perspectiva, las consecuencias más importantes de todo esto?



## 1.5. Hechos, opiniones e información falsa: Importancia de la evidencia y contrastación de fuentes

Gracias al Internet, podemos encontrar prácticamente cualquier referencia que queramos: datos, imágenes, opiniones, videos, entrevistas, etc. Esta misma facilidad para encontrar, la tenemos también para subir contenido a la red. Desde académicos, bibliotecas, centros de investigación, adolescentes que desarrollan su propio contenido para divertirse o socializar, hasta personas que buscan difundir información de mala calidad, falsa o maliciosa, o teorías conspirativas.

En el primer punto de la presente unidad, definimos *hecho* como *algo que ocurre en el mundo que nos rodea y que es observable*. Una opinión, en cambio, es la *expresión* de lo que podemos *pensar* o *sentir* sobre algo objetivo. La generación de conocimiento, así como la crítica y la duda ante hipótesis o teorías, deben siempre basarse en evidencia, en hechos. Como seres humanos apasionados que somos, es a veces difícil hacer el distingo entre nuestra opinión y un hecho comprobable.

Si bien una de las principales máximas de la ciencia es “no creer nada que no hayas probado tú mismo”, es importante y necesario el conocimiento que nos precede para construir el nuestro. Es por eso que uno de los pasos antes de plantear una hipótesis es justamente *investigar*, recoger la información que existe sobre determinado tema. Pero para esto, es necesario hacer ciertos distinguos. Es importante que nosotros y los estudiantes sepamos que no todas las fuentes son igual de válidas, y que no toda la información encontrada en internet (o en revistas y periódicos escritos), es necesariamente rigurosa e incluso puede ser completamente falsa.

Es entonces donde entra a tallar nuestro propio espíritu crítico. Los siguientes pasos pueden ayudarnos a cotejar si es que una fuente encontrada en la web es o no confiable:

1°

Buscar quiénes manejan la página web: las páginas de calidad siempre tienen un desarrollador reconocible.

2°

Verificar si la página se actualiza periódicamente.



3°

Buscar cuáles son sus sesgos y propósitos, navegando un poco más allá del contenido que buscamos.

4°

Verificar que las páginas web presenten a sus colaboradores y auspiciadores, y que exista la posibilidad de cotejar su prestigio.

5°

Verificar que los datos presentados tengan citas o fuentes para ser comprobados o profundizar en el tema. Si presentan opiniones, buscar que tengan una correcta fundamentación.

Vamos juntos a entrar a dos páginas web que tratan un mismo tema: el cambio climático.



## Reflexionemos

Fuente 1: ONU (2019) Cambio climático. Naciones Unidas. Recuperado de <https://www.un.org/es/global-issues/climate-change>

Fuente 2: Miguel del Pino Luengo ¿Es el calentamiento global la mayor mentira de la historia de la ciencia? 2019-09-15 Recuperado de <https://www.libertaddigital.com/opinion/miguel-del-pino/es-el-calentamiento-global-la-mayor-mentira-de-la-historia-de-la-ciencia-88762/>

### Responde:

1. ¿Cuál de las dos fuentes te parece, según lo tratado, más confiable? ¿Por qué?
2. ¿Qué diferencias encuentras en el tratamiento del tema entre las dos páginas?
3. ¿Qué página sustenta sus contenidos con fuentes y data?
4. ¿Cuál de las dos páginas preferirías que tus alumnos utilicen para realizar una investigación sobre el tema?



## Referencias bibliográficas

- Chalmers, A. (2000). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Madrid: Siglo XXI Editores. 3ra edición. 14ª reimp.
- Cutler, D., Deaton, A. y Lleras-Muney, A. (2006). The Determinants of Mortality. En *Journal of Economic Perspectives*. Vol. 20, Num. 3. pp. 97-120
- Dawkins, R. (2011). *The Magic of Reality*. New York: Free Press.
- Dawkins, R: (2009). *Evolución, el mayor espectáculo de la Tierra*. Barcelona: Espasa.
- López, J. A. y Lugones, M. (2002). Avances de la medicina en el siglo XX. *Revista Cubana de Medicina General Integral*. Vol.18, Núm. 4. Recuperado de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21252002000400001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252002000400001)
- Maalouf, A. (2010). *Las cruzadas vistas por los árabes*. Madrid: Alianza Editorial.
- Real Academia Española (2020), *Diccionario de la Lengua Española*. Madrid. Recuperado de <https://dle.rae.es/ciencia>
- Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (2018). *Navegamos pese a todo. Reflexionando para transformar la educación en ciencias*. Valparaíso. (EDITORIAL)
- Schafersman, S. (1997). *An Introduction to Science - Scientific Thinking and the Scientific Method*. Miami University. Recuperado de <https://www.geo.sunysb.edu/esp/files/scientific-method.html>
- OMS, 2019. *Cuáles son las 10 principales amenazas a la salud en 2019*. Washington, Estados Unidos. Recuperado de [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14916:ten-threats-to-global-health-in-2019&Itemid=135&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=14916:ten-threats-to-global-health-in-2019&Itemid=135&lang=es)
- Roser, M., Ortiz-Ospina, E. y Ritchie, H. (2013). "Life Expectancy". En *Our World In Data*. Recuperado de: <https://ourworldindata.org/life-expectancy>.

