

1

Introducción al trabajo científico

Ampliá tu mirada

La ciencia “nace” en la Antigua Grecia, hace unos 2.600 años, en el siglo VI a.C., cuando se abandonaron las explicaciones mágicas para afirmar, en su lugar, que el mundo es comprensible racionalmente. A esta nueva forma de mirar el actuar de la naturaleza, que deja afuera la explicación a través de un mito, algunos la denominaron el *milagro griego*. Mucho más adelante, en el siglo XVII, ocurrieron grandes cambios en la ciencia: se dejaron de lado las “grandes preguntas”, como la referida al sentido de la vida; y se tomaron la experiencia y la matemática como aspectos centrales.

● El conocimiento científico: ciencia y sociedad.

● Etapas del método científico: planteo del problema, formulación de la hipótesis y puesta a prueba, elaboración de leyes y teorías.

● La medición: magnitudes y unidades.

● Instrumentos de medida: sensibilidad y precisión.



Leé y analizá

La ciencia es una actividad humana desarrollada por una comunidad científica en un contexto sociohistórico: ciencia y sociedad se influyen mutuamente, tanto que no es posible comprender una al margen de la otra. ¿Cuáles creen que son las características principales de la investigación y del conocimiento científico? ¿Qué importancia tiene la matemática en la ciencia? ¿Y la medición?

Compartí tu opinión

Hagan una puesta en común acerca de la ciencia. ¿Qué responderían si alguien les preguntara qué es la ciencia? ¿Cómo creen que sería la vida en la actualidad si no se hubiese desarrollado la ciencia? ¿Piensan que el desarrollo de la ciencia es ilimitado?

● La notación científica y los errores experimentales.

● Modelos en ciencia.

● La comunicación científica.

● Límites sociales en la investigación.

●  ar.smsavia.com
¿Cómo trabaja la ciencia?
Miren el video para aprender sobre sus métodos.

Distinguir la ciencia de la pseudociencia

La ciencia es una actividad humana, llevada a cabo por científicos, que se desarrolla en un contexto histórico, social y cultural determinado. Además, tiene objetos de estudio definidos, cuerpos de conocimiento con cierto grado de corroboración y está regida por un conjunto de reglas y principios compartido por la comunidad científica internacional. Las diferentes ciencias suelen tener dogmas (conceptos que son aceptados por todos los científicos y están fuera de discusión), sin los cuales la estructura conceptual de toda la disciplina se derrumbaría y se produciría una revolución científica. Pero cuando toda una actividad es dogmática, no puede ser considerada científica. Justamente, la ciencia se caracteriza por estar en constante revisión y cambio, excepto en sus dogmas más profundos.

Muchas prácticas y conceptos suelen presentarse como científicos, pero no lo son. A estas actividades se las llama **pseudociencias** (del griego *pseuduo*, que significa “falso”). Ejemplos de pseudociencias son la astrología, la parapsicología, la grafología, la ufología y la homeopatía, entre otras.

Características de las ciencias	Características de las pseudociencias
Explica fenómenos para interpretar la realidad y poder predecir el comportamiento de la naturaleza.	El campo de intervención está entre lo real y lo irreal. Por ejemplo, se predice el futuro de una persona con una carta astral.
Propone problemas susceptibles de ser resueltos. Por ejemplo: <i>¿Cuáles son las acciones que lleva a cabo la población de las ciudades que tienden a deteriorar el ambiente y las condiciones de vida de quienes las habitan?</i>	Los enunciados que se producen no son verificables. Se creen, pero no pueden ser verificados, ni contrastados. Por ejemplo: <i>Los astros influyen y determinan la conducta de las personas.</i>
Propone hipótesis o respuestas tentativas al problema objeto de investigación. Por ejemplo: <i>La eliminación de residuos por el exceso de consumo sería una de las causas principales de contaminación ambiental en las ciudades.</i>	El lenguaje que se utiliza es ambiguo, puede tener más de un significado. Por ejemplo: <i>Estar cerca de determinada persona puede producir mala suerte.</i>
Las conclusiones se basan en hechos, observaciones y experiencias. Por ejemplo: <i>Los pobladores de las grandes ciudades consumen en exceso y eliminan residuos que provocan problemas en el tratamiento de la basura.</i>	Las conclusiones a las que arriba se basan en creencias, valoraciones o reglas propias. Por ejemplo: <i>La vida de las personas puede predecirse, y su personalidad explicarse, con una carta astral.</i>
Es autocrítica: somete sus propuestas a comparaciones. Las experiencias deben poder llevarse a cabo por otros investigadores para ser repetidas y contrastadas.	Es dogmática: los resultados a lo que se arriban son verdades irrefutables, se aceptan sin que medie el uso de la razón.
Aceptan críticas externas.	No aceptan críticas.
Las conclusiones son provisionales y pueden ser modificadas en el futuro.	Sus conclusiones son definitivas y coinciden con los supuestos de partida. Por ejemplo: <i>Los astros influyen en la forma de comportarse de las personas.</i>
Están en constante cambio y revisión.	Son inmutables. Al no tener bases experimentales, no cambian ante nuevos descubrimientos. La máxima autoridad se atribuye al fundador de la disciplina.
No invocan a seres ni explicaciones sobrenaturales.	Invocan entes inmateriales o sobrenaturales, como fuerza vital, los que intervienen en fenómenos observables, pero no son accesibles a la investigación empírica.
Buscan llegar a leyes o principios generales y universales.	No buscan leyes generales.

Aproximación al conocimiento científico

La ciencia estudia la realidad con métodos propios. El trabajo científico tiene características que lo distinguen de otras formas de obtener conocimiento:

- El objeto de estudio de la ciencia es el mundo natural, es decir, las propiedades físicas y químicas del mundo material, los seres vivos, el espacio, los astros, etcétera. Por ello, se habla de **ciencias de la naturaleza**.
- Para explicar el mundo natural, los científicos formulan **hipótesis**. Para ello tienen en cuenta los conocimientos científicos de su época, pero además, utilizan su imaginación y su creatividad.
- Las hipótesis deben ser contrastadas mediante la **observación** y el **experimento**. El conocimiento científico se apoya en la experimentación y un aspecto fundamental de esta es la medición. Se dice que la ciencia es **empírica** porque se basa en hechos observables.
- Las teorías científicas se formulan de modo que puedan ser refutadas o puestas en duda si los hechos experimentales las contradicen. En ciencia no hay ninguna verdad incuestionable.
- Aunque los científicos pueden trabajar en forma solitaria, la ciencia es una actividad colectiva. Existe una **comunidad científica** que acepta o rechaza las teorías científicas e intercambia conocimientos científicos.
- El progreso científico es lento, pero cada cierto tiempo se dan “revoluciones científicas”: descubrimientos que rompen con lo conocido hasta ese momento y producen un salto en la interpretación científica del mundo natural.

Ciencia y sociedad

Los avances científicos afectan muchos aspectos de la actividad humana. Las aplicaciones prácticas de los conocimientos científicos han contribuido a resolver muchos problemas de la humanidad, favoreciendo el desarrollo económico y facilitando una vida cotidiana más cómoda y saludable.

Entre los aportes de la física y la química al progreso de la humanidad se pueden citar la construcción de máquinas eficaces en la industria, la utilización de la electricidad en la vida diaria, el descubrimiento de nuevas fuentes de energía, el desarrollo de las telecomunicaciones y la producción de nuevos materiales.

Sin embargo, el progreso científico ha generado nuevos problemas a la humanidad, como la contaminación sin fronteras, la sobreexplotación de los recursos naturales, el deterioro del medio ambiente, la fabricación de armas de destrucción masiva y la acumulación de residuos peligrosos, entre otros.

Glosario activo

¿Qué palabra del texto significa “Enunciado que se realiza de manera previa al desarrollo de una determinada investigación”?



Los avances tecnológicos, como el desarrollo de la telefonía celular y la comunicación satelital, se basan en el conocimiento profundo de las ciencias.

Actividades

1. ¿Cuál es el objeto de estudio de la ciencia?
2. ¿Qué significa que no hay verdades incuestionables en ciencia? ¿Cómo se contrastan los enunciados científicos?
3. Busquen diferentes definiciones de ciencia en sitios de Internet. Discutan acerca de la que crean más adecuada. La ciencia, ¿es solo una acumulación de conocimientos? ¿O dicha acumulación es el producto o resultado de la ciencia?

Etapas del método científico

Los procesos que llevan al conocimiento científico pueden describirse en un orden “ideal” llamado **método científico**. Aunque la investigación científica pocas veces sigue un curso cuidadosamente planeado, para comprender el lenguaje científico y la forma en que progresa la ciencia, es útil establecer etapas de trabajo.

Planteamiento del problema

El primer paso es **delimitar el problema** que se va a investigar. Puede tener su origen en el descubrimiento de hechos nuevos, en las contradicciones detectadas en una teoría científica o en la necesidad de una aplicación tecnológica, entre otros. Es necesario aislar la parte del mundo material que se desea estudiar; para ello, hay que observar de forma sistemática un fenómeno o un comportamiento y tratar de reproducirlo en el laboratorio **identificando las variables** que intervienen en él. Pensemos en el siguiente problema histórico:

Hasta principios del siglo XVII, la mayoría de los filósofos naturales sostenían que los cuerpos pesados caen más rápido que los cuerpos ligeros. Muchas observaciones de la vida cotidiana parecen confirmar la veracidad de la afirmación anterior: una piedra cae más rápido que un trozo de papel; una bolita de vidrio, más rápido que una pluma, etcétera.

El problema planteado era la posible existencia de una relación entre la velocidad de caída de los cuerpos y su peso.

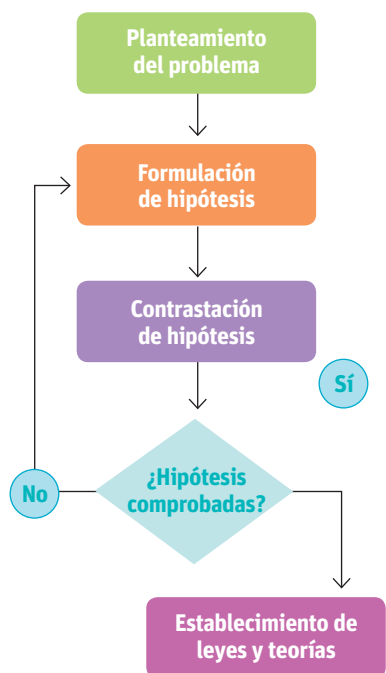
Sin embargo, algunos filósofos naturales, entre ellos el astrónomo, físico y escritor italiano Galileo Galilei (1564-1642), consideraban que las diferencias observadas en la velocidad de caída se debían a la resistencia del aire y no al peso de los cuerpos, y que en condiciones iguales de resistencia estas diferencias no se observarían.

Formulación de hipótesis

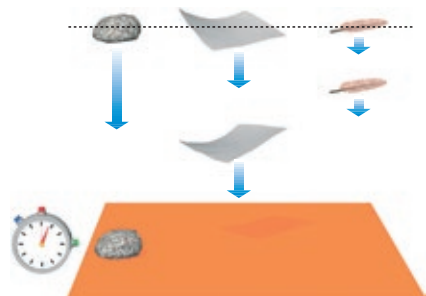
Una vez delimitado el problema, el científico formula alguna suposición o conjetura previa sobre las causas del fenómeno. Además, como ninguna investigación parte de cero, tendrá que recopilar información bibliográfica sobre el estado del problema que se estudia. Se establecen hipótesis de partida que no están aún confirmadas.

Una hipótesis es una explicación de un fenómeno, tentativa y verosímil (sin contradicciones evidentes), que puede ser contrastada por medio de la experiencia.

Siguiendo con nuestro ejemplo, la hipótesis formulada por Galileo fue: *Todos los cuerpos tardan el mismo tiempo en caer desde la misma altura, independientemente de su peso.*



Etapas del método científico.



Caída libre en la atmósfera.

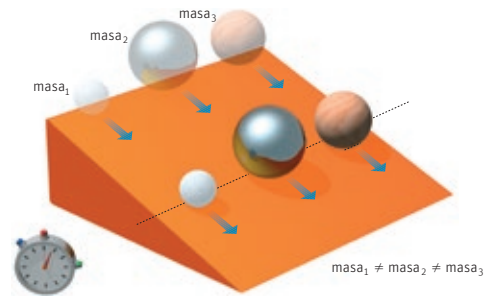
Contrastación de hipótesis

Las hipótesis se confirman o rechazan por medio de **experiencias**. Es aquí donde reside la peculiaridad del método científico.

- Primero, se deben **diseñar experiencias** y **dispositivos** para conseguir las medidas necesarias. Los aparatos de medida miden las magnitudes.
- Luego, es necesario controlar las variables que intervienen en el proceso, para averiguar cómo influyen en él. Una variable es todo aspecto susceptible de modificar su valor en un experimento. Las variables cuyos valores podemos cambiar a voluntad se denominan **independientes**, y aquellas cuyos valores cambian en función de la modificación que hagamos en la independiente se llaman **dependientes**. Las variables cuyos valores se mantienen fijos se denominan **controladas**.
- Los resultados de todos los experimentos se anotan, repitiendo cada medida. Las **representaciones gráficas** ayudan a descubrir irregularidades y a prever leyes de comportamiento.

Por ejemplo, Galileo se encontró con la dificultad de medir el tiempo de caída libre de los cuerpos, porque es muy breve y se pueden cometer errores bastante grandes. Para solucionarlo, ralentizó la velocidad de caída haciendo descender esferas metálicas pulidas por planos inclinados.

Midiendo cuidadosamente las magnitudes, Galileo encontró que el tiempo empleado en recorrer la longitud del plano era igual para cuerpos de diferente peso. Repitió los experimentos con distintas inclinaciones del plano y con esferas de materiales diversos y sus resultados fueron los mismos.



Medición de tiempos de caída por Galileo utilizando distintas esferas.

Establecimiento de leyes y teorías

Las **leyes** son hipótesis confirmadas que se expresan generalmente (siempre que se puede) en lenguaje matemático. Un conjunto de leyes se incluye en un sistema coherente de conocimientos que se denomina **teoría**.

En el ejemplo anterior, Galileo pudo establecer la siguiente ley: *Todos los cuerpos, independientemente de su peso, recorren la misma distancia durante el mismo tiempo de caída.*

Actividades

1. Justifiquen si la siguiente afirmación puede constituir una hipótesis científica: El aceite toma color verdoso a la temperatura de 100 °C.
2. ¿Cuándo se convierte una hipótesis en ley? Indiquen cuál es la forma habitual de expresar las leyes físicas y químicas.
3. Busquen en Internet algún ejemplo de experimento e identifiquen las variables independientes y las dependientes. ¿Por qué creen que debería haber solo una variable?

Magnitud	Unidad (símbolo)
Longitud	metro (m)
Masa	kilogramo (kg)
Tiempo	segundo (s)
Temperatura	Kelvin (K)
Intensidad de corriente	Ampere (A)
Intensidad luminosa	candela (cd)

Algunas unidades del SI.

Unidad Sistema Inglés	Equivalencia con SI
pulgada	1 in = 2,54 cm
pie	1 pie = 30,48 cm
yarda	1 yd = 0,914 m
milla	1 mi = 1,609 km
libra	1 lb = 453,6 g
onza	1 oz = 28,35 g
tonelada	1 t = 907,2 kg
galón	1 gal = 3,785 l
cuarto	1 qt = 946,4 ml
pie cúbico	1 pie ³ = 28,32 l

Algunos países de habla inglesa utilizan otro sistema de medidas, que tienen nombres y valores distintos a los del SI.

La medición: magnitudes y unidades

Todo aquello que puede ser medido se denomina **magnitud**. Son magnitudes, por ejemplo, la longitud, el peso y la masa. Toda medición de una magnitud se expresa por medio de un **valor** y una **unidad de medida**. Si una persona tiene una masa de 60 kg: la masa es la magnitud, 60 el valor y kg la unidad de medida.

En 1789, la Academia de las Ciencias de París unificó las unidades de medida estableciendo el metro como unidad de longitud, que se fijó en la diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano terrestre que pasa por París. También estableció el gramo, la masa de un centímetro cúbico de agua, como unidad de masa. Además, se estableció un sistema decimal según el cual se dividía o multiplicaba el patrón por 10, 100, 1.000, etcétera.

En 1889 se adoptó en todo el mundo el Sistema Métrico Decimal, que establecía el metro como unidad de longitud, el kilogramo como unidad de masa y el segundo como unidad de tiempo, asignándoles estos valores:

- El metro es la diezmillonésima parte de un cuadrante del meridiano terrestre. O sea, el perímetro de la Tierra dividido por 10.000.000.
- El kilogramo es la masa de un cilindro patrón de una aleación de platino e iridio, conservado en Sèvres, Francia.
- El segundo es la 1/86.400 parte del día solar medio.

En 1960 se acordó el **Sistema Internacional de Unidades (SI)**, empleado con carácter de ley en todo el mundo, excepto en Birmania (Asia), Liberia (África) y Estados Unidos. Este sistema mantuvo la definición de kilogramo como unidad de masa, pero estableció nuevas definiciones, mucho más precisas, para el metro y el segundo; las definiciones actuales son:

- El metro es la longitud recorrida por la luz en el vacío en 1/299.792.458 s.
- El segundo se define a partir del período de una determinada radiación emitida por el átomo de cesio.

Normas para escribir las unidades	Incorrecto	Correcto
Los símbolos no van seguidos de punto ni toman la s en el plural.	4 m. – 5 kgs	4 m – 5 kg
Los símbolos se escriben con minúscula, pero la primera letra es mayúscula si la unidad deriva de un nombre propio.	Kg - a	kg – A
Los nombres de las magnitudes se escriben en minúscula, aunque deriven de un nombre propio (solo el símbolo va con mayúscula).	250 Kelvin	250 kelvin
Se debe dejar un espacio entre el valor de la magnitud y el símbolo de la unidad.	20°C - 4A	20 °C - 4 A
Los números de más de cuatro cifras deben separarse de tres en tres por un espacio o en su defecto por un punto.	100000	100.000
Los decimales se separan con una coma, siempre abajo (en muchos países con un punto).	9'8	9,8

Múltiplos y submúltiplos de unidades

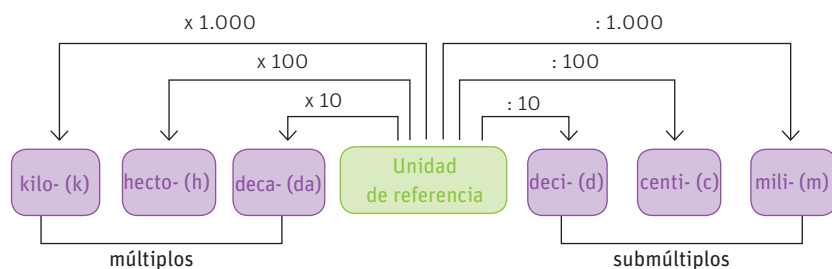
El **SI**, además de establecer unidades básicas y derivadas, también propone una regla para obtener, a partir de una unidad, múltiplos o submúltiplos de ella.

- **Múltiplos:** son siempre mayores, y se logran mediante una multiplicación.
- **Submúltiplos:** son siempre menores, y se obtienen a través de una división.

Para nombrar estos múltiplos y submúltiplos de unidades se utiliza el mismo nombre de la unidad, con un prefijo. Por ejemplo, para designar la milésima parte de una unidad se antepone a su nombre el prefijo *mili-*. Así, *milímetro* significa la milésima parte del metro.

Los múltiplos y submúltiplos más frecuentes se generan multiplicando o dividiendo por 10, 100 o 1.000.

Respecto de la unidad de referencia, *deca-* es diez veces mayor; *hecto-*, cien veces, y *kilo-*, mil veces más grande. Mientras que *deci-* es diez veces menor; *centi-*, cien veces, y *mili-*, mil veces más chico.



Por ejemplo, si la unidad de referencia es el metro, los múltiplos y los submúltiplos son los siguientes:

km	hm	dam	m	dm	cm	mm
kilómetro	hectómetro	decámetro	metro	decímetro	centímetro	milímetro
1.000 m	100 m	10 m	1 m	0,1 m	0,01 m	0,001 m

Otros múltiplos y submúltiplos

Existen otros múltiplos y submúltiplos que se obtienen multiplicando o dividiendo por 1.000, y sirven para expresar valores mucho más grandes o mucho más pequeños. Desde el kilo- se obtienen los múltiplos, y desde el mili- se generan los submúltiplos.

10^n	Prefijo	Símbolo	Equivalencia decimal
10^{12}	tera	T	1.000.000.000.000
10^9	giga	G	1.000.000.000
10^6	mega	M	1.000.000
10^3	kilo	k	1.000
10^2	hecto	h	100
10^1	deca	da	10
10^0	-	-	1
10^{-1}	deci	d	0,1
10^{-2}	centi	c	0,01
10^{-3}	mili	m	0,001
10^{-6}	micro	μ	0,000001
10^{-9}	nano	n	0,000000001
10^{-12}	pico	p	0,000000000001

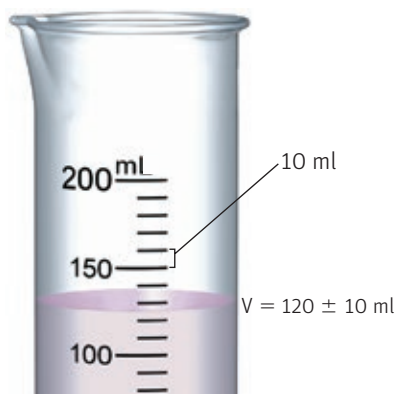
Actividades

- Busquen envases de distintos tamaños de diferentes productos líquidos, como bebidas, jugos o leche. Obsérvenlos atentamente, y luego contesten las siguientes preguntas:
 - ¿Qué unidad se utiliza para expresar la cantidad de producto que tiene cada envase?
 - ¿Es una unidad del SI? ¿Es un múltiplo o un submúltiplo? ¿Cómo se dieron cuenta?
 - ¿Creen que tendría sentido expresar el mismo valor en varias unidades? Justifiquen sus respuestas.

Glosario activo

¿Cuál de las siguientes definiciones de la palabra “instrumento” es correcta en el contexto del texto?

1. Aparato o dispositivo diseñado para ser empleado en una actividad concreta. ○
2. Aquello de que nos servimos para conseguir un objetivo determinado. ○
3. Conjunto de piezas dispuestas para producir sonidos musicales. ○



En la probeta se puede apreciar con claridad una división de 10 ml. Entonces, el valor del volumen del líquido que contiene se escribe: 120 ± 10 ml. La cifra ± 10 indica la incertidumbre de la medida, que coincide con la división más pequeña del instrumento.

Instrumentos de medida: sensibilidad y precisión

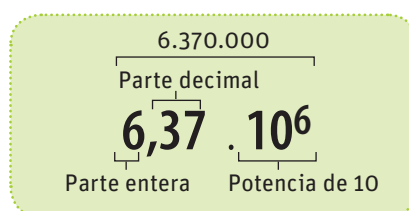
Medir una magnitud física es comparar un valor de esa magnitud con otra cantidad de ella misma que se ha elegido como patrón; por ejemplo, si una mesa tiene una longitud de 2 m es porque el metro (patrón para la medición de la longitud) entra en ella dos veces. Al realizar esa medición, con un instrumento adecuado, se obtiene una **medida directa** de una magnitud, que es un número seguido de una unidad.

Cada vez que realizamos una medición rigurosa debemos tener en cuenta la precisión y la sensibilidad del instrumento con el que se mide.

- La **precisión** de un instrumento de medida es el valor mínimo de la magnitud que puede apreciar. Cuanto más preciso es un instrumento, más finas son las divisiones de su escala y más cifras decimales proporciona.
- La **sensibilidad** de un instrumento es la capacidad para detectar variaciones de la magnitud a medir. Los instrumentos más sensibles detectan variaciones más pequeñas. Lógicamente, los instrumentos de medición más precisos son también más sensibles.
- La **incertidumbre** de una medida es el máximo error con que está afectada como consecuencia de la precisión del instrumento. En general, suele tomarse como incertidumbre de una medida la precisión del instrumento, aunque a veces se toma la mitad de la división más pequeña que es capaz de apreciar.

La notación científica

En física, química y en otras ciencias, como la astronomía y la biología, se manejan con frecuencia números muy grandes o muy pequeños y es conveniente expresarlos mediante una notación que resulte cómoda. En **notación científica** se escribe la **parte entera** con una sola cifra, seguida de la **parte decimal** y de una **potencia de 10**, positiva o negativa, según exprese lugares a la derecha o a la izquierda de la coma decimal. Por ejemplo, el radio de la Tierra es $R_T = 6.370.000$ m; en notación científica se escribe $6,37 \cdot 10^6$ m:



Errores experimentales

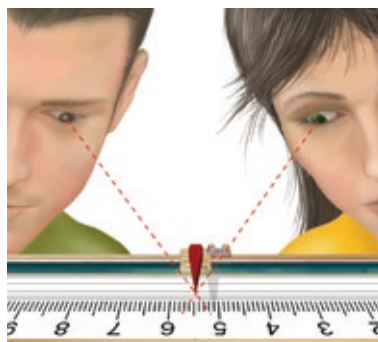
Todas las medidas experimentales están afectadas por algún tipo de error. Según su origen, los errores pueden ser:

- **Errores sistemáticos.** Tienen que ver con la forma de realizar la medida. Algunos están relacionados con el instrumento de medida, pero no con su sensibilidad (que no puede mejorarse), sino con un mal uso de aquel. El más frecuente es el **error de calibrado** o de puesta a cero. Puede ocurrir que un voltímetro marque un valor distinto de cero aun cuando no se lo esté usando. Esa diferencia afecta a todas las medidas: si la aguja estaba inicialmente en menos de cero, medirá de menos; en caso contrario, si la aguja estaba por encima del cero, medirá de más. El error de calibrado es común en las balanzas de muchos comercios. También puede producirse un **error de paralaje**, que ocurre cuando un observador mira oblicuamente una escala analógica, por lo que ve a la aguja en un lugar un tanto corrido de aquel en el que realmente está marcando.
- **Errores accidentales o aleatorios.** Se producen al azar debido a causas imposibles de controlar. Afortunadamente, se distribuyen estadísticamente en torno a la medida correcta. Para minimizar su efecto se realiza cada medida varias veces y se toma como valor más probable el promedio de todas las medidas:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$



Si la aguja del aparato de medición no está en cero, las determinaciones tendrán error sistemático (error de calibrado).



Los observadores realizan un error sistemático (error de paralaje) al mirar oblicuamente una aguja sobre una regla.



Para averiguar la concentración de una sustancia, un bioquímico calcula el promedio de varias mediciones.

Actividades

1. El radio del átomo de boro es 0,00000000008 m.
 - a. Exprésenlo en nanómetros.
 - b. Escribanlo en metros utilizando la notación científica.
2. Den ejemplos de distintos errores sistemáticos e indiquen si se trata de errores de calibrado o de paralaje.
3. Expliquen con sus propias palabras qué son los errores accidentales o aleatorios.

Los modelos en ciencia



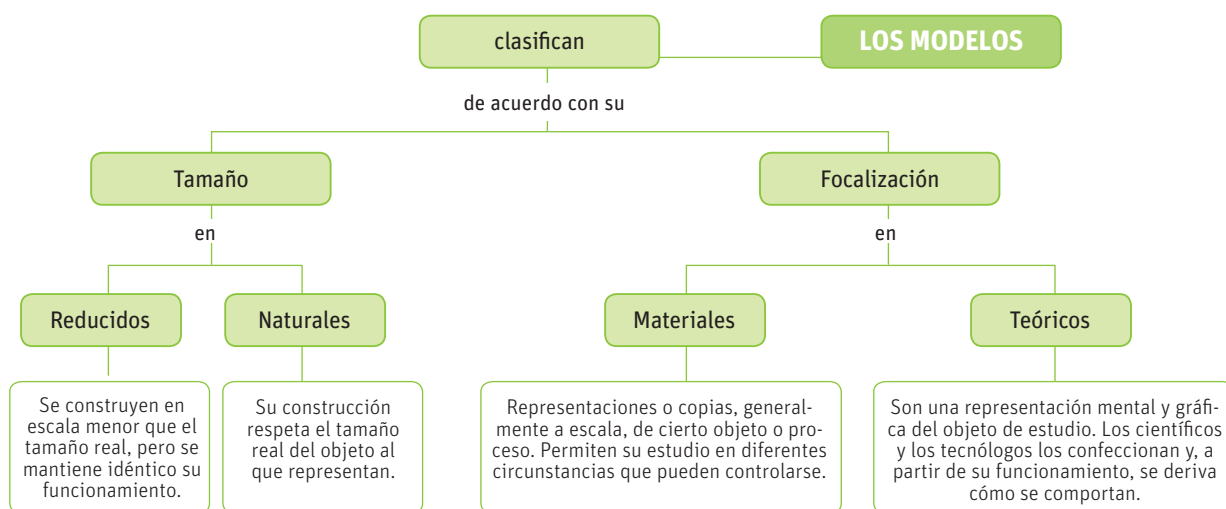
La construcción de modelos favorece el aprendizaje porque fomenta el desarrollo de capacidades: creatividad, pensamiento lógico y crítico, cooperación entre pares, autonomía, autoevaluación.

Un **modelo** es una representación de ideas o datos experimentales que los científicos emplean para comprender cómo funciona una parte del universo. Los modelos son una representación o una interpretación acerca de cómo se cree que es determinado objeto o fenómeno, pero nunca constituyen la realidad en sí misma. Se originan en una idea y son producidos por el pensamiento de las personas. Se utilizan para simplificar fenómenos, ver abstracciones, apoyar resultados obtenidos experimentalmente, posibilitar la elaboración de explicaciones y predecir qué acontecerá en la realidad.

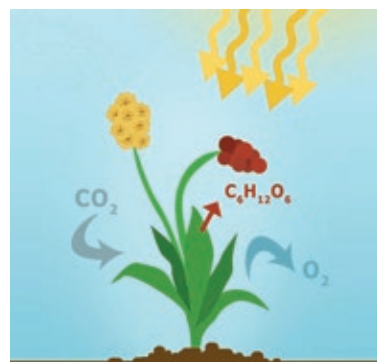
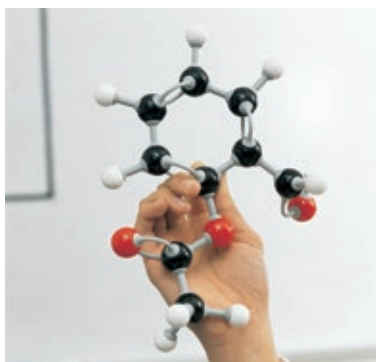
Los modelos no son exclusivos de la química y la física; otras ciencias, como la matemática, la biología o la astronomía, también los usan.

El término “modelo” abarca numerosas producciones, que van desde simples esquemas hasta complejos modelos de simulación. Los físicos y los químicos se valen de modelos para explicar el comportamiento de aquello que no pueden ver en forma directa, por ser muy pequeño, como los átomos, o muy lejano, como las estrellas.

Para hacer un modelo es necesario: definir un problema, recolectar y procesar datos, diseñar el modelo, construirlo y probarlo.



Los químicos y físicos elaboran modelos materiales de moléculas en tres dimensiones. Los biólogos elaboran modelos teóricos de los distintos procesos que ocurren en los seres vivos, como la fotosíntesis.



La comunicación científica

Los científicos deben informar sobre sus investigaciones a la comunidad científica para que los resultados obtenidos puedan ser replicados y contrastados. La **comunicación científica** es indispensable para el progreso y la difusión del conocimiento científico. Los avances científicos se divulgan a través de medios ya establecidos, como comunicaciones en congresos, publicaciones en revistas científicas o la difusión en Internet.

El informe científico

El informe científico es el medio habitual para exponer el desarrollo y los resultados de una investigación científica. Estos informes deben ser concisos y precisos, y por lo tanto están redactados en un lenguaje técnico y propio de los especialistas de la disciplina en cuestión. Por eso, su lectura y comprensión no suelen estar al alcance del público en general. El formato del informe de investigación consta de las siguientes secciones:

- **Título.** Debe ser breve pero informativo del tema abordado en el informe.
- **Resumen** (*abstract*, en inglés). Consiste en la exposición en pocas líneas de los aspectos más importantes del informe publicado en una revista científica (escrito en inglés).
- **Introducción.** Incluye la delimitación del problema que se investiga, la hipótesis planteada y el marco teórico previo, es decir, la exposición del estado actual del conocimiento sobre el tema abordado.
- **Materiales y métodos.** Este apartado comprende la exposición del diseño experimental adoptado, la enumeración de las variables estudiadas y la descripción de los instrumentos utilizados y de los procedimientos seguidos para la medida y la obtención de datos.
- **Resultados.** Es la exposición de los resultados conseguidos en la investigación. El empleo de tablas y gráficos facilita su lectura.
- **Discusión.** Esta sección contiene la interpretación de los resultados en relación con la teoría, se explica si la hipótesis se corroboró o no y se detallan los aportes más importantes surgidos de esa investigación.



La comunicación de los trabajos de investigación entre científicos se realiza mediante el informe de investigación que se publica, luego de ser aprobado por un jurado especializado, en revistas científicas de reconocido prestigio.

Actividades

1. Investiguen cuáles son algunas de las revistas científicas más reconocidas. Seleccionen dos, y respondan:
 - a. ¿Qué tipo de información brinda?
 - b. ¿Incluye los nombres de las personas que escriben los artículos?
 - c. ¿Creen que esa revista está dirigida a científicos o al resto de la sociedad?
2. ¿Por qué es conveniente que todos los informes científicos dispongan de una estructura similar?



ME COMPROMETO

La ciencia es una disciplina que impacta a toda la sociedad. Sus avances repercuten directamente en el bienestar de una comunidad. El concepto de “ciencia ciudadana” tiene por objetivo empoderar a la sociedad resolviendo problemas comunes de las personas. ¿Creés que es importante fomentar que las personas se involucren en la “ciencia ciudadana”? Compartí tu opinión en el foro de la unidad.

 ar.smsavia.com



Durante gran parte del siglo XX, la investigación en física nuclear tuvo un gran impulso estatal en nuestro país y se creó la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).

Las necesidades y los problemas de la sociedad influyen en los temas que los científicos investigan y en la financiación que reciben. Un ejemplo es la investigación médica.

Los límites sociales de la investigación

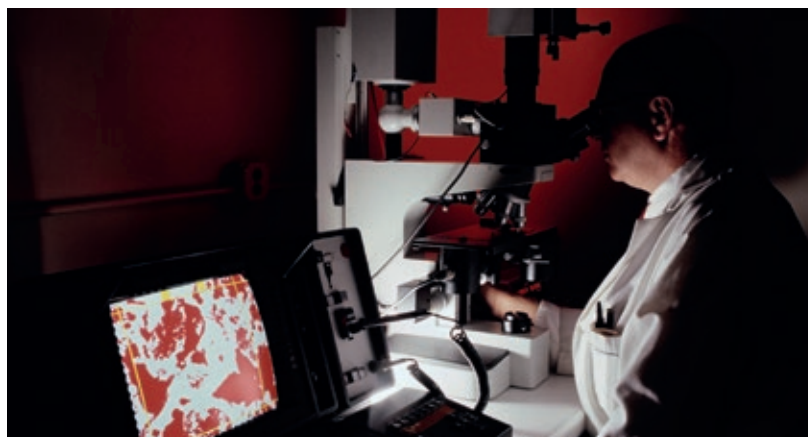
La imagen del científico en su laboratorio, aislado del resto del mundo, es un mito. Si bien nunca fue real, es en nuestra época cuando el mito del científico en su torre de marfil se derrumba definitivamente: tanto en su origen como en sus medios y fines la investigación se encuentra íntimamente unida a su tiempo y fuertemente influida por la sociedad. Además, la ciencia incide en los cambios sociales aunque esta influencia no sea siempre percibida con claridad.

¿Cómo se define “el rumbo” de la investigación científica?

Las prioridades de investigación son marcadas por las agencias científicas de los distintos países. Estas prioridades son definidas de acuerdo, no solo con el interés científico de una temática, sino con los intereses sanitarios, económicos y estratégicos de los distintos países. La opinión pública tiene una gran influencia en determinadas decisiones sobre la política científica, sobre todo en temas de biomedicina, o respecto del cambio climático y la conservación de los ecosistemas naturales, dos temas que provocan una alarma social creciente. Dado el elevado costo de la investigación científica en la actualidad, en especial en los temas ambientales y biomédicos, la obtención de fondos resulta indispensable para el progreso científico.

En general, en las ciencias naturales, luego de obtenida la financiación, es necesario demostrar en un período de tres a cinco años que la línea de investigación es productiva. Esto supone publicar en revistas de prestigio en la especialidad, que son clasificadas en función de su factor de impacto.

La falta de obtención de resultados supone la no renovación de los fondos de investigación, con lo que el proyecto se extingue. No obstante, en muchas ocasiones, luego de un fracaso inicial, se abren nuevas perspectivas.



La relación entre investigación y sociedad

La investigación científica es un trabajo más, y los investigadores son profesionales especializados en una actividad que, como muchas otras, tiene un gran impacto social. Esto hace que la comunidad científica se encuentre inmersa en un determinado contexto social, histórico, económico e incluso ideológico y religioso, en el que desarrolla su actividad. La interacción entre ciencia y sociedad tiene aspectos muy positivos:

- Obliga a plantear y responder preguntas con interés y proyección social.
- Impide que los investigadores que lideran un grupo se “duerman en los laureles” y reduzcan sus estudios y aportes o se cierren a nuevas ideas.
- Obliga a publicar y comunicar con rapidez los resultados a la comunidad científica. Introduce el principio de competencia en el trabajo científico, con el estímulo que esto supone.

Pero la inclusión de la ciencia en la dinámica de competencia social tiene aspectos negativos, que pueden distorsionar los objetivos de la investigación:

- En ocasiones, se introducen prioridades basadas en la aplicabilidad y solución de problemas concretos, lo que impide financiar objetivos científicos de interés, pero con una aplicabilidad más lejana.
- Existe una enorme presión en los grupos de investigación por generar resultados, lo que a veces lleva a olvidar requisitos básicos del trabajo científico, como la capacidad de reproducir los resultados.
- La “fiebre por publicar” hace que se comuniquen datos preliminares, poco contrastados o de interés muy relativo.
- La competitividad entre grupos que investigan el mismo tema es muy alta, lo que dificulta la colaboración y la comunicación científica entre laboratorios.
- Llevada al extremo, la presión por obtener resultados origina la invención de datos y la publicación de resultados falsos, e incluso verdaderos fraudes científicos para no perder la financiación de la que en ocasiones depende el trabajo.

Estas conductas destruyen el ideal científico de búsqueda de la verdad. Esto obliga a la generación de mecanismos de control, y quizá también a una reflexión sobre los efectos negativos del marco social de la ciencia actual.

Glosario activo

Buscá en el texto la expresión que tiene el siguiente significado: “descuidarse o abandonarse en la actividad emprendida, confiando en los éxitos que ha logrado”.

Actividades

1. La inversión necesaria para abordar con posibilidades de éxito determinadas investigaciones supera actualmente la capacidad económica de muchos países. Un ejemplo es la fabricación de nuevos medicamentos. Discutan: ¿Qué impacto creen que tiene la investigación científica en la economía de un país? ¿Qué estrategias creen que deberían adoptar los distintos países para fomentar las inversiones en el área científica?

La observación, ¿es fundamental para el conocimiento científico?

Uno de los rasgos distintivos de la ciencia, según una concepción popular y errónea, puede resumirse en el lema “la ciencia se deriva de los hechos”. Esto supone que los “hechos” son afirmaciones acerca del mundo que se derivan directamente del uso cuidadoso y desprejuiciado de los sentidos. Detallando un poco la cuestión, esta postura supone que:

1. Los observadores cuidadosos y desprejuiciados pueden acceder directamente a los hechos a través de los sentidos.
2. Los hechos son independientes y anteriores a la teoría.
3. Los hechos brindan un fundamento confiable y firme para la construcción del conocimiento científico.

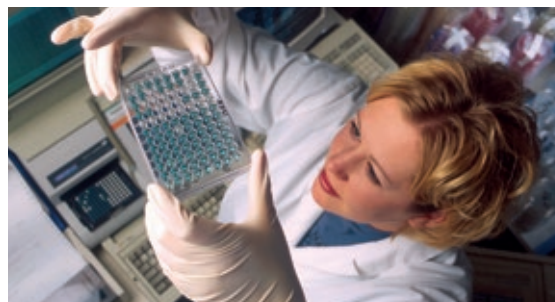
De acuerdo con esta concepción, se afirma que la ciencia “se basa en hechos” y que las teorías científicas surgen de los hechos. [...]

Nos proponemos ahora cuestionar la idea de que la observación desprejuiciada, en el sentido de anterior e independiente de toda teoría, es el punto de partida de la investigación científica. [...]

Así, podemos decir que el modo en que los científicos observamos el mundo depende del marco teórico desde el cual lo hacemos. Este marco nos predispone positivamente para “observar” ciertos “hechos” y negativamente frente a otros.

Por otro lado, las afirmaciones derivadas de la observación no son totalmente fiables. Por ejemplo, la idea según la cual la Tierra no se mueve es avalada por numerosas observaciones: no vemos que la Tierra se mueva, no sentimos dicho movimiento de ningún modo, si saltamos caemos en el mismo lugar, etcétera. Nuestros conocimientos actuales nos llevan a desconfiar de estas observaciones, al punto de aceptar como evidente la afirmación contraria, a saber, que la Tierra se mueve. Este caso evidencia que los “hechos” y las observaciones son falibles, es decir, están sujetos a futuras rectificaciones. [...] No se trata entonces de negar que la observación tenga un rol fundamental en la construcción del conocimiento científico sino de reconocer que la observación no es, ni puede ser, anterior a la teoría.

Fragmentos adaptados de: González Galli, L. (2010), ¿Qué ciencia enseñar? En E. Meinardi, *Educación en ciencias* (pp. 59-94). Buenos Aires, Argentina: Paidós.



Actividades

1. **Reflexionar sobre la forma.** Compará los primeros párrafos de este texto con los últimos. ¿Qué diferencias encontrás en cuanto a los tiempos verbales utilizados? ¿Se relacionan estas diferencias con las intenciones comunicativas del autor en cada caso? ¿Cómo? ¿Por qué?
2. **Reflexionar sobre el contenido.** ¿Cuál es la postura del autor respecto al rol de la observación en la construcción del conocimiento científico? Discutan y reflexionen en clase sobre estas ideas: ¿Están de acuerdo? ¿Por qué?
3. **Interpretar y relacionar.** ¿A qué ejemplo recurre el autor en el texto y con qué propósito lo hace? Piensen en grupo otros ejemplos que apoyen (o no) las ideas planteadas por el autor.
4. **Buscar información.** ¿Cuál es la respuesta del autor a la pregunta del título? Identificala y marcala en el texto.

Medidas de seguridad en el laboratorio

El laboratorio es el lugar donde se realizan experimentos en física y química. Para ello, está equipado con instrumentos, recipientes de vidrio, mecheros y sustancias. Para evitar accidentes, es importante conocer las normas fundamentales para trabajar en el laboratorio:

1. La zona de trabajo debe estar ordenada, limpia y despejada. En ella solo debe encontrarse el material que se utilizará.
2. Se recomienda asistir al laboratorio con la indumentaria adecuada, como guardapolvos, zapatos cerrados, pantalones largos, guantes de látex y protectores oculares. El uso de estos elementos evita salpicaduras de agentes irritantes, tóxicos o corrosivos, y permite mayor comodidad de trabajo.
3. Es importante asistir con el cabello atado, sin bufandas, chales o cadenas colgantes, con el fin de evitar quemaduras o que se vuelquen recipientes.
4. Para tomar los productos químicos o trasladarlos de recipientes hay que utilizar espátulas, pinzas o pipetas.
5. La utilización de pipetas requiere peritas extractoras adecuadas.
6. Para trasladar recipientes calientes hay que utilizar pinzas o agarraderas.
7. Las reacciones que puedan emitir gases al ambiente deben realizarse bajo campanas extractoras.
8. Antes de encender el mechero comprobar que no haya ningún líquido inflamable sobre la mesada.

9. Los reactivos deben estar etiquetados con la información detallada.
10. Los ácidos y las bases deben ser manejados con mucho cuidado, pues son corrosivos y pueden producir quemaduras sobre la piel.
11. Los productos inflamables deben guardarse bien cerrados y lejos de los ácidos y de las bases.
12. Si hay que diluir con agua un ácido, como el sulfúrico, se añadirá el ácido sobre el agua.
13. Una vez finalizada la experiencia, se procederá a lavar y guardar el material utilizado y dejar limpia la zona de trabajo.
14. Es importante conocer los pictogramas que indican la peligrosidad de los productos químicos (que se muestran a continuación), además de las salidas de emergencia y el lugar donde se ubican los extinguidores.



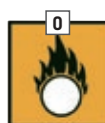
Corrosivo



Inflamable



Extremadamente inflamable



Comburente



Tóxico



Muy tóxico



Nocivo



Irritante



Explosivo



Peligro para el ambiente



Biopeligroso

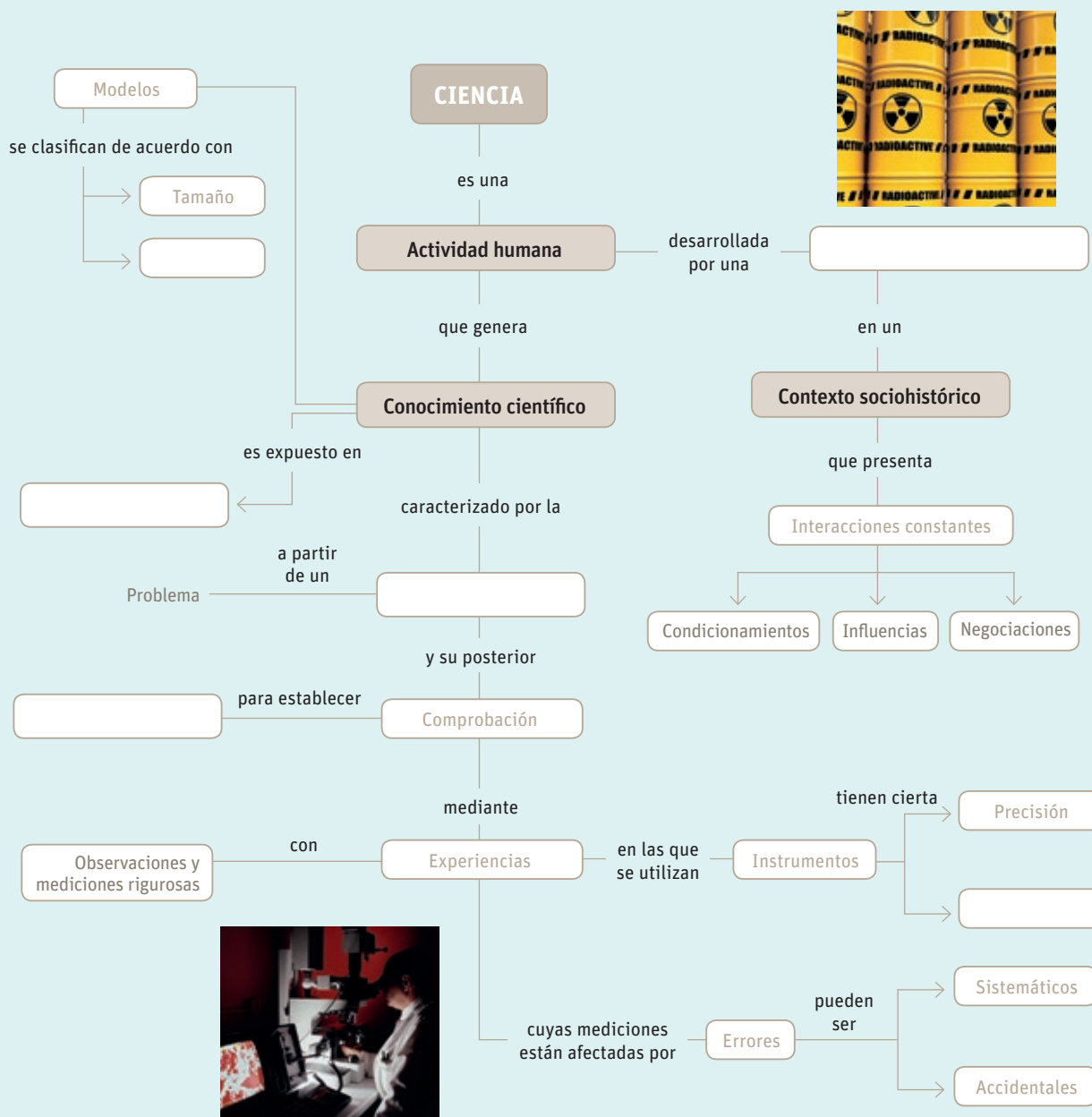


Citotóxico

Actividades

1. ¿Por qué creen que es fundamental conocer las normas de seguridad para trabajar en el laboratorio? ¿Creen que estas normas son exclusivas de la química y la física?
2. Diseñen una lámina con las normas de seguridad explicadas para colocar en la pared del aula y/o del laboratorio.
3. Elaboren un póster digital con las normas de seguridad para compartir con sus compañeros. Para armarlo, pueden recurrir a una herramienta online llamada *padlet*, ingresando al sitio web www.padlet.com. Pueden elegir un fondo para el póster, incluir diferentes imágenes, sonidos, videos y textos explicativos.

Integro lo aprendido



© ediciones sm S.A. Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Actividades

- Completen el organizador gráfico con los conceptos que faltan.
- Vuelvan a las páginas 8 y 9 de esta unidad. Repasen las preguntas y respondan brevemente.
 - ¿Qué importancia tiene la actividad científica en el desarrollo económico de un país?
 - ¿Por qué creen que es importante que se discutan los aspectos éticos de la actividad científica? ¿Cómo piensan que debería involucrarse la sociedad en este sentido?
- Reúnanse en grupos, releen la página 10 de la unidad, y luego resuelvan las siguientes consignas:
 - Elijan tres fenómenos observables en la naturaleza e investiguen cómo son explicados por la ciencia.
 - Luego, elaboren para esos mismos fenómenos explicaciones pseudocientíficas.
 - ¿En qué se diferencian las respuestas dadas en los puntos a. y b.?

Me pongo a prueba

1. Indicá si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F).
 - a. La ciencia estudia la realidad con métodos propios. ☐
 - b. Los científicos solo realizan experimentos: no necesitan usar la imaginación ni la creatividad. ☐
 - c. La ciencia es una actividad colectiva: ningún científico puede trabajar solo. ☐
 - d. La ciencia es empírica porque se basa en hechos observados y medidos. ☐
 - e. En ciencia hay verdades que son incuestionables. ☐
 - f. El progreso de la ciencia ha contribuido a resolver muchos problemas de la humanidad, pero también ha generado nuevos problemas. ☐

2. Ordená del 1 al 8 los siguientes pasos que se llevan a cabo como parte del método científico. Luego, respondé las preguntas.

- *Publicación del trabajo en revistas científicas.* ☐
- *Diseño de una experiencia y/o dispositivo para realizar la experiencia.* ☐
- *Realización de la experiencia.* ☐
- *Establecimiento de una nueva ley o teoría.* ☐
- *Exposición de los resultados en un congreso.* ☐
- *Planteo de una hipótesis.* ☐
- *Delimitación del problema.* ☐
- *Identificar las variables que intervienen en el fenómeno a observar.* ☐

- a. ¿Creés que alguno de ellos podría ser prescindible? Indicá cuál y por qué.
- b. ¿Creés que falta algún paso? ¿Cuál?

3. Completá la siguiente tabla con las conversiones y/o equivalencias, según corresponda. ¿Están bien escritos los datos en todos los casos? Realizá las correcciones donde corresponda.

Medida en SI	Medida en sistema inglés	¿Es múltiplo o submúltiplo?
10 cm		
	500 yardas	
0,0001 mm		
	10 oz	
20 g		

4. Completá las oraciones con las palabras que faltan.
 - a. Todas las medidas experimentales están afectadas por algún _____. Según su origen,

tadas por algún _____. Según su origen,

estos pueden ser: _____ o _____. Los primeros tienen que ver con la forma de realizar la medida. El más frecuente es el

_____. Por otra parte, los _____ se producen al azar debido a causas imposibles

de controlar. Para _____ su efecto se realiza cada medida varias veces y se toma como

valor más probable el _____ de todas las medidas.

- b. Los científicos deben informar sobre sus investigaciones a la _____ para que los resultados obtenidos puedan ser _____

y _____. La _____ científica es indispensable para el progreso y la

_____ del conocimiento científico. Los avances científicos se divulgan a través de comunicaciones en _____, publicaciones de

_____ en revistas científicas de reconocido prestigio o la difusión en Internet.

5. Reflexioná sobre tu aprendizaje en esta unidad y respondé.

- a. ¿Se modificó alguna de las ideas previas que tenías acerca del contenido?
- b. ¿Creés que incorporaste nuevos conocimientos?
- c. ¿Te resultaron interesantes los temas? ¿Sobre qué otro aspecto de la ciencia te gustaría seguir aprendiendo?

6.  **ar.smsavia.com** Realizá más actividades de autoevaluación para poner a prueba tus conocimientos.