

Metodología científica

1 Conocimiento científico

La investigación y el método científico

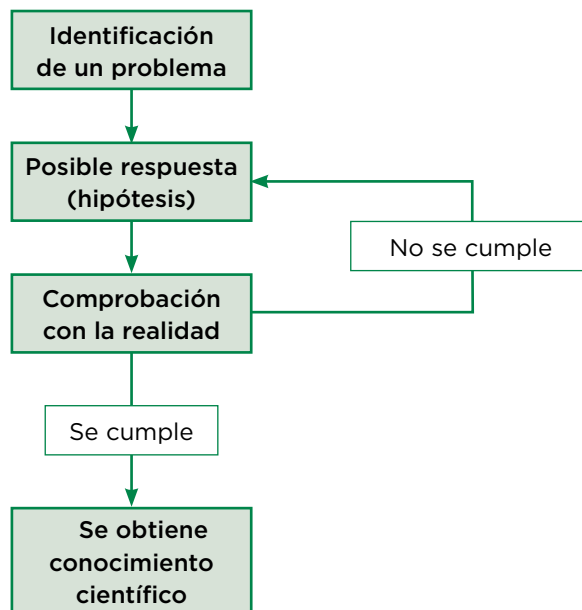
El **conocimiento científico** es aquel que surge de estudiar los fenómenos utilizando un método científico.

Para que algo sea considerado conocimiento científico, debe cumplir las siguientes características:

- Ser una **construcción del ser humano**, realizada mediante la contribución de muchas personas a lo largo de la historia.
- Ha de desarrollarse mediante **rigurosos métodos de trabajo**, englobados en el método científico.
- **Basarse en pruebas**; nunca se puede basar en creencias, intuiciones o suposiciones.
- Debe ser **acorde con la realidad**, y se ha de poder comprobar las veces que se necesite.

La figura muestra un esquema simplificado de estos métodos de trabajo, que se reúnen bajo la expresión «**método científico**».

En ocasiones se nos muestra algo como conocimiento científico, sin serlo. Hablamos en estos casos de **pseudociencia** (falsa ciencia). Un ejemplo es la astrología, que no tiene base científica, ni poder de predicción, o la ufología, que es el estudio de los fenómenos que se asocian con los ovnis.



Aprende, aplica y avanza

1 Indica en cuáles de los siguientes casos estaríamos hablando de conocimiento científico y en cuáles de pseudociencia.

- a) Astrología b) Astronomía
- c) Química d) Ufología

2 Cambios físicos y químicos

La física y la química son disciplinas científicas cuyo propósito es explicar el mundo en el que vivimos. Ambas centran su estudio en porciones de materia que reciben el nombre de:

- **Sistemas materiales**, si no tienen límites definidos (como la atmósfera).
- **Cuerpos**, si presentan límites definidos (como un trozo de hierro o un lápiz).

Los cambios que puede sufrir la materia pueden ser de dos tipos.

Cambios físicos

Los **cambios físicos** son aquellos en los que **después de que se produzca el cambio se tienen las mismas sustancias**.

Un ejemplo de cambio físico es la fundición del hierro. Cuando el hierro alcanza una temperatura de 1540 °C pasa de estado sólido a estado líquido. Se produce un cambio físico, pero sigue siendo la misma sustancia.

Cambios químicos

Los **cambios químicos** son aquellos en los que **después del cambio se tienen sustancias diferentes a las iniciales**. Los cambios químicos suelen ir acompañados de un cambio físico (emisión de un gas, aparición de burbujas, cambio de color, etc.) que nos ayuda a reconocerlos.

Un ejemplo de cambio químico es la oxidación del hierro. Cuando el hierro se oxida se forma una nueva sustancia, el óxido de hierro, con propiedades muy distintas de las del hierro. En estos casos, cuando las sustancias finales son distintas de las iniciales, se habla de cambios químicos.

Aprende, aplica y avanza

1 Indica si los siguientes cambios son físicos o químicos:

- a) Romper un papel en trozos:
- b) Calentar una sopa en el fuego:
- c) Quemar un papel:
- d) Hacer cubitos de hielo:
- e) Oxidación de un tornillo:
- f) Secar la ropa al sol:
- g) Mezclar en un vaso agua y aceite:
- h) Transformar las uvas en vino:

3 Magnitudes físicas. Unidades y medida

Magnitud física

Una **magnitud física** es toda **propiedad** de los fenómenos **que se puede medir de forma objetiva**.

La velocidad, el tiempo o la aceleración son magnitudes físicas, ya que, si se miden correctamente por varias personas, todas ellas obtendrán los mismos valores. Por el contrario, la belleza, la valentía o el cansancio no son magnitudes físicas, pues no se pueden medir de forma objetiva.

Unidades y medidas

La **unidad** de una magnitud física es una cantidad de ella que se utiliza para medir esa magnitud.

Un número solo, sin unidad, no tiene sentido físico. Si decimos que tardamos 5, podrían ser 5 minutos, 5 horas, 5 días, etc.

Cada unidad se representa por un **símbolo**, formado por **una o más letras**. Esta letra debe ir en **minúscula**, a menos que derive de un **nombre propio**, en cuyo caso habrá que escribir la primera letra en mayúscula. También hay que tener en cuenta que nunca hay que añadirle una «s» para el plural.

Así, por ejemplo:

- La unidad gramo se representa por el símbolo «g» y, aunque tengamos más de un gramo, nunca escribiremos «gs».
- La unidad newton se representa por el símbolo «N»; observa que, al tratarse de un nombre propio, se escribe la unidad con mayúscula.

Medir consiste en **comparar la magnitud** que se mide con la **unidad**. Siempre que hagamos una medición, tenemos que usar la unidad más apropiada para cada caso.

Aprende, aplica y avanza

1 Razona si las siguientes cualidades de una persona son magnitudes físicas:

- a) Altura:
- b) Belleza:
- c) Peso:
- d) Amabilidad:

2 Indica si las unidades de las siguientes medidas están bien o mal escritas. Si están mal, escríbelas correctamente:

- | | | |
|------------------|------------------|------------------|
| a) 5 gs (gramos) | b) 10 M (metros) | c) 2 ne (Newton) |
| | | |

El Sistema Internacional de Unidades (SI)

Existen muchas magnitudes físicas, pero todas se pueden expresar en función de las denominadas **magnitudes fundamentales o básicas**.

Además, dado que existen distintas unidades para una misma magnitud, se ha adoptado un conjunto de unidades a utilizar a nivel internacional: el **Sistema Internacional de Unidades (SI)**.

Magnitudes fundamentales y sus unidades SI		
Magnitud	Unidad	Símbolo
Masa (m)	Kilogramo	kg
Longitud (l)	Metro	m
Tiempo (t)	Segundo	s
Temperatura (T)	Kelvin	K
Intensidad de corriente (I)	Amperio	A
Intensidad luminosa (I_v)	Candela	cd
Cantidad de sustancia (n)	Mol	mol

Las **magnitudes derivadas** son las que se obtienen a partir de las fundamentales; algunos ejemplos se muestran en la siguiente tabla:

Algunas magnitudes derivadas y sus unidades			
Magnitud	Unidad SI	Símbolo	Otras unidades de uso frecuente
Superficie (S)	Metro cuadrado	m^2	Hectárea (ha)
Volumen (V)	Metro cúbico	m^3	Litro (L)
Densidad (d)	Kilogramo por metro cúbico	kg/m^3	Gramo por centímetro cúbico (g/cm^3) Gramo por litro (g/L)
Velocidad (v)	Metro por segundo	m/s	Kilómetro por hora (km/h)
Aceleración (a)	Metro por segundo al cuadrado	m/s^2	Aceleración de la gravedad (g)
Fuerza (F)	Newton	N ($kg \cdot m/s^2$)	Kilopondio (kp)
Presión (p)	Pascal	Pa (N/m^2)	Atmósfera (atm) Milímetro de mercurio (mmHg)
Energía (E)	Julio	J ($N \cdot m$)	Caloría (cal)

Aprende, aplica y avanza

3 Con ayuda de las tablas de magnitudes fundamentales y derivadas, relaciona cada magnitud derivada con las magnitudes fundamentales a partir de la que se obtiene.

Magnitudes derivadas
a) Velocidad
b) Fuerza
c) Densidad
d) Superficie
e) Aceleración
f) Volumen

Magnitudes fundamentales
1) Masa, longitud y tiempo
2) Longitud y tiempo
3) Longitud
4) Longitud y tiempo
5) Longitud
6) Masa y longitud

Metodología científica

1 Conocimiento científico

La investigación y el método científico

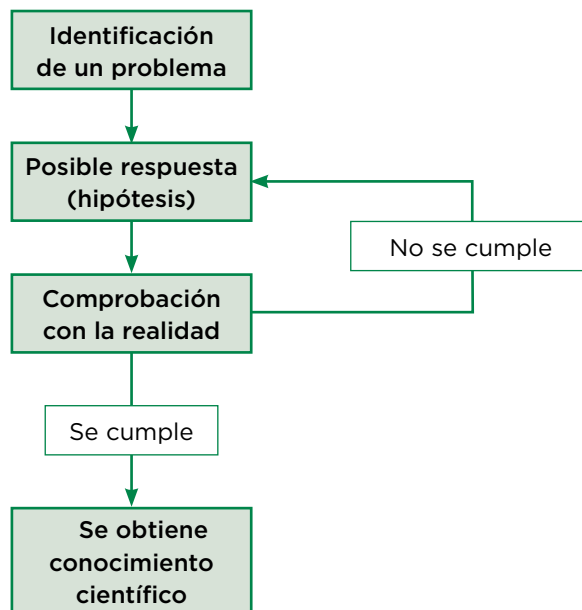
El **conocimiento científico** es aquel que surge de estudiar los fenómenos utilizando un método científico.

Para que algo sea considerado conocimiento científico, debe cumplir las siguientes características:

- Ser una **construcción del ser humano**, realizada mediante la contribución de muchas personas a lo largo de la historia.
- Ha de desarrollarse mediante **rigurosos métodos de trabajo**, englobados en el método científico.
- **Basarse en pruebas**; nunca se puede basar en creencias, intuiciones o suposiciones.
- Debe ser **acorde con la realidad**, y se ha de poder comprobar las veces que se necesite.

La figura muestra un esquema simplificado de estos métodos de trabajo, que se reúnen bajo la expresión «**método científico**».

En ocasiones se nos muestra algo como conocimiento científico, sin serlo. Hablamos en estos casos de **pseudociencia** (falsa ciencia). Un ejemplo es la astrología, que no tiene base científica, ni poder de predicción, o la ufología, que es el estudio de los fenómenos que se asocian con los ovnis.



Aprende, aplica y avanza

1 Indica en cuáles de los siguientes casos estaríamos hablando de conocimiento científico y en cuáles de pseudociencia.

- a) Astrología b) Astronomía
- c) Química d) Ufología

2 Cambios físicos y químicos

La física y la química son disciplinas científicas cuyo propósito es explicar el mundo en el que vivimos. Ambas centran su estudio en porciones de materia que reciben el nombre de:

- **Sistemas materiales**, si no tienen límites definidos (como la atmósfera).
- **Cuerpos**, si presentan límites definidos (como un trozo de hierro o un lápiz).

Los cambios que puede sufrir la materia pueden ser de dos tipos.

Cambios físicos

Los **cambios físicos** son aquellos en los que **después de que se produzca el cambio se tienen las mismas sustancias**.

Un ejemplo de cambio físico es la fundición del hierro. Cuando el hierro alcanza una temperatura de 1540 °C pasa de estado sólido a estado líquido. Se produce un cambio físico, pero sigue siendo la misma sustancia.

Cambios químicos

Los **cambios químicos** son aquellos en los que **después del cambio se tienen sustancias diferentes a las iniciales**. Los cambios químicos suelen ir acompañados de un cambio físico (emisión de un gas, aparición de burbujas, cambio de color, etc.) que nos ayuda a reconocerlos.

Un ejemplo de cambio químico es la oxidación del hierro. Cuando el hierro se oxida se forma una nueva sustancia, el óxido de hierro, con propiedades muy distintas de las del hierro. En estos casos, cuando las sustancias finales son distintas de las iniciales, se habla de cambios químicos.

Aprende, aplica y avanza

1 Indica si los siguientes cambios son físicos o químicos:

- a) Romper un papel en trozos:
- b) Calentar una sopa en el fuego:
- c) Quemar un papel:
- d) Hacer cubitos de hielo:
- e) Oxidación de un tornillo:
- f) Secar la ropa al sol:
- g) Mezclar en un vaso agua y aceite:
- h) Transformar las uvas en vino:

Números grandes y pequeños

Notación científica

En física y química a veces tenemos que trabajar con números muy grandes, o muy pequeños. Para expresar estos valores, se utilizan las potencias de 10. Por ejemplo:

$$1000 = 10^3 \quad ; \quad 0,001 = \frac{1}{1000} = \frac{1}{10^3} = 10^{-3}$$

Esta forma de expresar los números, con **una cifra entera, seguida o no de decimales, y la potencia de diez adecuada**, se conoce como **notación científica**.

Múltiplos y submúltiplos

No tiene sentido medir la distancia entre dos ciudades en metros, ni la masa de un alfiler en kilogramos.

Por ello, es habitual utilizar múltiplos o submúltiplos de las unidades del SI, añadiéndoles prefijos. De esta manera podemos usar una notación más adecuada.

Cambios de unidades

El manejo de múltiplos y submúltiplos obliga al uso de cambios de unidades; aprenderemos a hacerlo con un ejemplo.

Múltiplos y submúltiplos		
Prefijo	Símbolo	Potencia
Giga	G	10^9
Mega	M	10^6
Kilo	k	10^3
Hecto	h	10^2
Deca	da	10
Unidad	-	1
Deci	d	10^{-1}
Centi	c	10^{-2}
Mili	m	10^{-3}
Micro	μ	10^{-6}
Nano	n	10^{-9}

Ejercicio resuelto

Un coche circula con una rapidez de 100 km/h. ¿Cuál es su valor en unidades del SI?

$$v = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 27,8 \text{ m/s}$$

Instrumentos de medida

La medida de magnitudes físicas se lleva a cabo mediante el uso de instrumentos diseñados para ello. Sus principales características son:

- **Cota mínima y cota máxima.** Son el menor y el mayor valor que puede medir el instrumento.
La diferencia entre ambos es el intervalo de medida.
- **Sensibilidad.** Es la respuesta del instrumento ante las variaciones de la magnitud que mide.

Aprende, aplica y avanza

- 4 Dos ciudades están separadas 250 km. Expresa esa distancia en unidades del SI.
- 5 Una hormiga se mueve con una velocidad de 18 m/h. ¿Cómo podrías expresar esa velocidad en unidades del SI? Fíjate en el ejemplo resuelto.

4 El lenguaje de la ciencia

Para hablar de ciencia se utiliza un **lenguaje muy riguroso**, que además se suele acompañar de **ecuaciones físicas, tablas de datos y gráficas**.

Ecuaciones físicas

Una **ecuación física** es una **expresión matemática que relaciona magnitudes físicas**.

Un ejemplo de ecuación física sería la de la rapidez media, que nos indica el espacio que recorre un cuerpo en la unidad de tiempo:

$$v = \frac{e}{t}$$

Las letras de las ecuaciones físicas son símbolos con los que se representan las magnitudes físicas. En la ecuación anterior, la letra v representa la velocidad media; e , el espacio recorrido, y t , el tiempo empleado en recorrerlo.

Además, las ecuaciones físicas también sirven para conocer las relaciones de proporcionalidad entre sus magnitudes. Las dos más comunes son:

• Proporcionalidad directa

Dos magnitudes son **directamente proporcionales** cuando al multiplicar una por un número, la otra queda multiplicada por dicho número.

$$A = k \cdot B$$

• Proporcionalidad inversa

Dos magnitudes son **inversamente proporcionales** cuando al multiplicar una por un número, la otra queda dividida por el mismo número.

$$A = \frac{k}{B}$$

En ambas expresiones, k es una constante.

Para entender mejor los conceptos de proporcionalidad, veamos un ejemplo.

Ejercicio resuelto

Estudia las relaciones de proporcionalidad de la rapidez media con el espacio recorrido y el tiempo.

La expresión matemática que relaciona las magnitudes es $v = e/t$. Si tomamos un espacio doble, $e' = 2 \cdot e$, la velocidad se duplica:

$$v' = \frac{e'}{t} = \frac{2 \cdot e}{t} = 2 \cdot \frac{e}{t} = 2 \cdot v$$

Si tomamos un tiempo doble, $t' = 2 \cdot t$, la velocidad se reduce a la mitad:

$$v' = \frac{e}{t'} = \frac{e}{2 \cdot t} = \frac{1}{2} \cdot \frac{e}{t} = \frac{v}{2}$$

Por tanto, la velocidad es **directamente proporcional al espacio recorrido, e inversamente proporcional al tiempo empleado**.

Tablas y gráficas

Si se quiere estudiar la relación entre dos magnitudes hay que diseñar experimentos en los que una de las variables vaya cambiando (**variable independiente**), mientras se miden los valores de la otra (**variable dependiente**).

Los datos obtenidos se deben organizar en **tablas de datos**, a partir de las cuales se elaboran las **representaciones gráficas**.

Pasos a seguir para elaborar una gráfica:

- Se trazan los ejes de coordenadas.
- Se indica en cada uno de ellos las magnitudes que representa y su unidad, teniendo en cuenta que la variable independiente se sitúa en el eje de abscisas (eje X), y la dependiente, en el de ordenadas (eje Y).
- Se señalan divisiones en los ejes.
- Se representa un punto por cada par de datos de la tabla.
- Se unen los puntos mediante una línea.

Vamos a ver un ejemplo resuelto de cómo elaborar una gráfica.

Ejercicio resuelto

Se mide el alargamiento de un muelle en función de la masa que se cuelga de él, y se obtienen los siguientes datos.

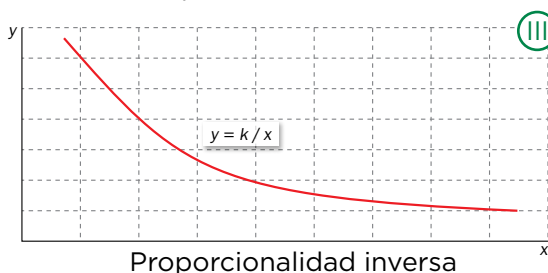
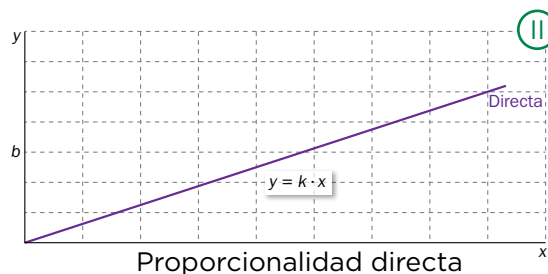
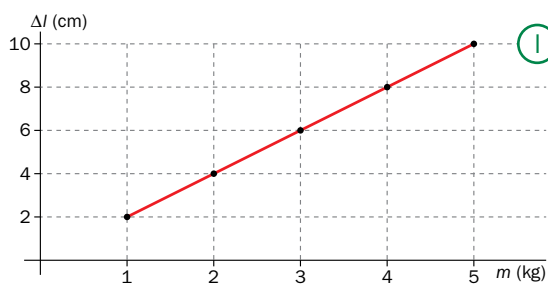
m (kg)	1	2	3	4	5
Δl (cm)	2	4	6	8	10

Representa gráficamente estos datos y obtén la relación entre el alargamiento y la masa.

En este caso, la masa es la variable independiente (es lo que nosotros vamos variando) y el alargamiento es la variable dependiente (lo que vamos midiendo). La representación gráfica es la que se muestra a la derecha. (I)

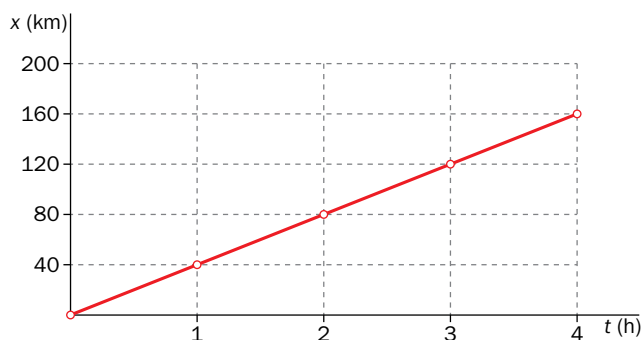
Se observa una relación de proporcionalidad directa, por lo que $\Delta l = k \cdot m$. De los datos de la tabla es fácil deducir que $k = 2$. Por tanto, $\Delta l = 2 \cdot m$, expresión en la que Δl se mide en cm, y m , en kg.

A partir de las tablas de datos y las gráficas se puede deducir la relación de proporcionalidad entre magnitudes. Las figuras de la derecha (II y III) muestran las gráficas de las relaciones estudiadas.



Aprende, aplica y avanza

1 A partir de la siguiente gráfica, en la que se representa el espacio recorrido por un vehículo en función del tiempo que lleva moviéndose:



a) Elabora una tabla con al menos cinco pares de datos:

t (h)	x (km)

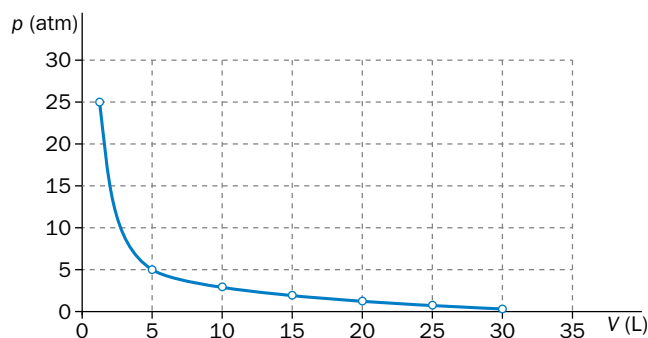
b) Estudia la relación entre las magnitudes y exprésala en lenguaje verbal y matemático.

.....

.....

c) Determina la rapidez media del vehículo.

2 Expresa, en lenguaje verbal y matemático, la relación entre las magnitudes representadas en la siguiente gráfica:



.....

.....

.....

5 Material de laboratorio. Normas de seguridad

Cuidados en el laboratorio

Lo primero que hay que conocer antes de entrar en un laboratorio son sus **normas de seguridad, las cuales hay que respetar siempre:**

- Si es necesario, utiliza gafas protectoras y guantes de látex.
- No lles prendas u objetos que dificulten tu movilidad.
- No te muevas sin motivo y, sobre todo, no corras.
- Si tienes alguna herida, tápala antes de realizar la práctica.
- Lávate las manos con jabón después de la práctica.
- No huelas, pruebes o ingieras ninguno de los productos.
- Los ácidos y las bases han de manejarse con precaución, ya que la mayoría son corrosivos.
- Si tienes que mezclar algún ácido con agua, añade el ácido sobre el agua, nunca al contrario.
- Si te salpica algún producto, lava la zona con agua abundante.
- Fíjate en los signos de peligrosidad que aparecen en los frascos de los productos químicos.



En caso de accidente, comunícalo inmediatamente al docente más cercano.

Aprende, aplica y avanza

1 Durante nuestros trabajos en el laboratorio generaremos una serie de residuos, como papeles o plásticos, que tendrán que ser eliminados como hacemos normalmente. Por el contrario, otros residuos no son tan fáciles de eliminar y pueden dañar el medio ambiente; los deben gestionar empresas especializadas. ¿Se te ocurre algún residuo del laboratorio que no podamos tirar a la basura?

.....

.....

.....

.....

Material básico de laboratorio



Vaso de precipitados



Matraz Erlenmeyer



Embudo



Matraz de destilación



Probeta



Matraz de fondo redondo



Refrigerante



Pipeta



Bureta



Termómetro



Pinzas dobles



Pinzas de madera



Mechero Bunsen



Frasco lavador



Tubos de ensayo y gradilla



Cristalizador



Rejilla



Escobillas



Balanza



Espátula



Aro

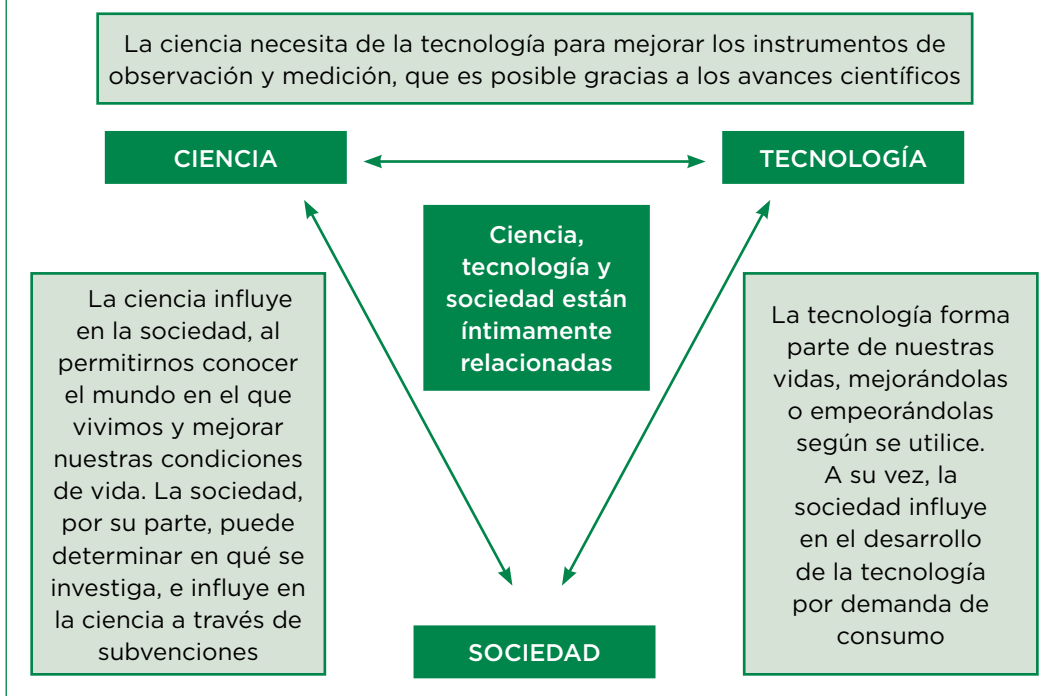
6 Ciencia, tecnología y sociedad

Relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad

La ciencia y la tecnología difieren en algunos aspectos; algunos de ellos son:

- **Propósito.** El de la ciencia es explicar el mundo que nos rodea; el de la tecnología, la fabricación de dispositivos.
- **Punto de partida.** La ciencia parte de la necesidad de responder a un problema; la tecnología, de responder a nuestras necesidades.
- **Procedimiento.** La ciencia busca soluciones emitiendo hipótesis que deben ser acordes con la realidad; la tecnología elabora diseños y después fabrica el producto, que debe funcionar.
- **Producto final.** El de la ciencia es conocimiento que se puede generalizar; el de la tecnología, un objeto particular.

Sin embargo, aunque hay diferencias, las relaciones entre ciencia y tecnología son muchas y están íntimamente relacionadas con la sociedad, sobre la que influye día a día. Se habla, en general, de relaciones ciencia-tecnología-sociedad, o **relaciones CTS**, como se muestra a continuación.



Aprende, aplica y avanza

- 1 Busca información en Internet sobre un descubrimiento científico reciente. Indica qué relaciones CTS encuentras.