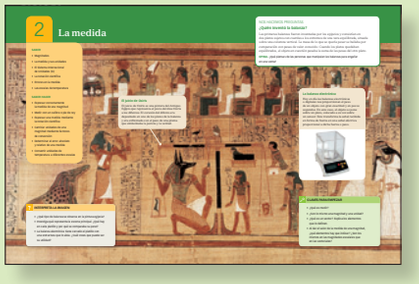
Índice

1. La ciencia y el conocimiento científico 6

Qué es ciencia y qué no es ciencia
Las ramas de la ciencia
El método científico
La historia de la ciencia
La tecnología
La ciencia y la tecnología en nuestra vida
CIENCIA EN TU VIDA: Ciencia y casualidad
PERFIL PROFESIONAL: Instalador de energía solar térmica



2. La medida 26

Las magnitudes
La medida y sus unidades
El Sistema Internacional de unidades (SI)
La notación científica
Los errores en la medida
Las escalas de temperatura
CIENCIA EN TU VIDA: ¿Qué unidades se utilizan en informática?
PERFIL PROFESIONAL: Instalador de equipos y sistemas de comunicación

3. El laboratorio 42

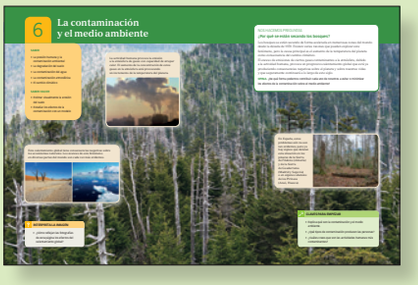
El trabajo en el laboratorio
Normas de seguridad e higiene
Medidas de protección
Actuación en casos de emergencia
El material básico de un laboratorio
Otros materiales e instrumental
Las TIC en el laboratorio
CIENCIA EN TU VIDA: Nivel de bioseguridad 4
PERFIL PROFESIONAL: Técnico en operaciones de laboratorio

4. Técnicas experimentales en el laboratorio 58

Medición de la masa y el volumen
Medición de la temperatura
Sustancias puras y mezclas
Separación de mezclas heterogéneas
Separación de mezclas homogéneas
Las disoluciones y su concentración
Ácidos y bases
El microscopio
Microorganismos y biomoléculas
Análisis de suelos y petrográficos
CIENCIA EN TU VIDA: Calor sin fuego y frío sin hielo ¡y al instante!
PERFIL PROFESIONAL: Técnico en dietética y nutrición

5. La ciencia en la actividad profesional 82

Aplicaciones de la ciencia en la vida cotidiana
La higiene en las actividades laborales
Hábitos de higiene y desinfección en el hogar
La higiene en actividades relacionadas con la imagen personal
Higiene, desinfección y esterilización en el laboratorio
Ciencia y tecnología en la industria agroalimentaria
Ciencia y tecnología en las actividades sanitarias
CIENCIA EN TU VIDA: Gastronomía molecular
PERFIL PROFESIONAL: Técnico en elaboración de productos alimenticios



6. La contaminación y el medio ambiente 102

La presión humana y la contaminación ambiental
La degradación del suelo
La contaminación del agua
La contaminación atmosférica
El cambio climático
CIENCIA EN TU VIDA: Mareas negras
PERFIL PROFESIONAL: Técnico en medio ambiente

7. La gestión de los residuos y el desarrollo sostenible 122

Los residuos
La reducción de los residuos
El tratamiento de los residuos peligrosos
El tratamiento de los residuos radiactivos
El tratamiento de los residuos domésticos
El ciclo integral del agua
El desarrollo sostenible
CIENCIA EN TU VIDA: Plásticos biodegradables
PERFIL PROFESIONAL: Técnico en tratamiento de residuos sólidos

8. I + D + i: Investigación, desarrollo e innovación 144

I + D + i. Concepto y etapas
La innovación
Innovación e industria
Las TIC y la innovación
Ejemplos de proyectos de I + D + i
CIENCIA EN TU VIDA: El grafeno, ¿una gran solución para las baterías?
PERFIL PROFESIONAL: Técnico en polímeros

9. Proyectos de investigación 164

Qué es un proyecto de investigación
El diseño de un proyecto de investigación
Las TIC en los proyectos de investigación
La exposición de los resultados de un proyecto de investigación
CIENCIA EN TU VIDA: El Proyecto Genoma Humano
PERFIL PROFESIONAL: Técnico en audiovisuales

Propuestas de proyectos de investigación 183

Esquema de las unidades

Doble página de introducción a la unidad

Contenidos de la unidad. Se incluyen contenidos conceptuales (SABER) y técnicas o procedimientos (SABER HACER).

Textos e ilustraciones. La doble página combina textos e imágenes para presentar alguna información de interés relacionada con los contenidos de la unidad.

Nos hacemos preguntas. La introducción a cada unidad se presenta a partir de una pregunta.

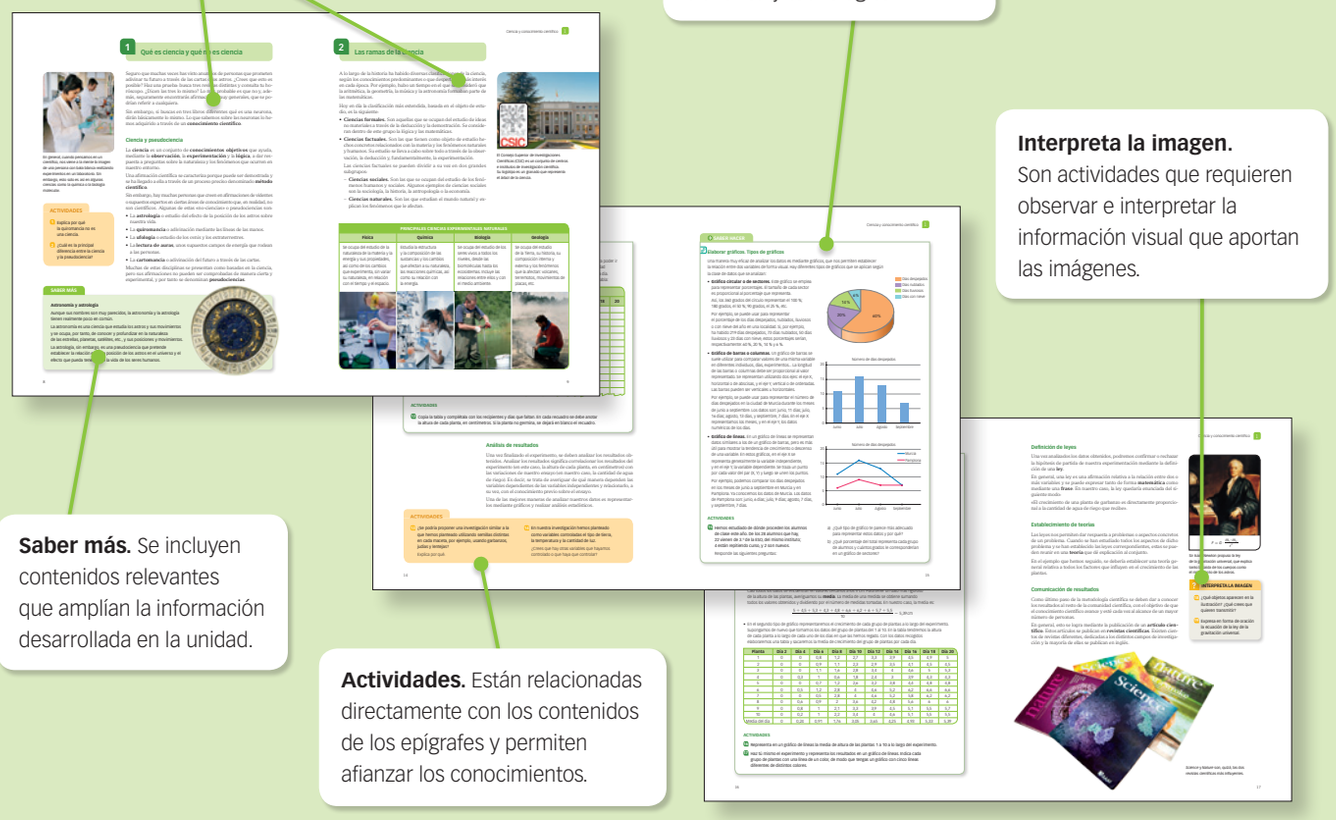
Claves para empezar. Una o varias cuestiones activan los conceptos previos de los alumnos relacionados con la unidad.

Interpreta la imagen. Estas actividades ayudan a extraer información de las imágenes.

Páginas de desarrollo de los contenidos

Contenidos de la unidad. Los textos van acompañados de imágenes que ilustran, aclaran o completan la información escrita.

Saber hacer. Explica procedimientos propios del área. Contribuye al desarrollo de la competencia matemática, científica y tecnológica.



Interpreta la imagen. Son actividades que requieren observar e interpretar la información visual que aportan las imágenes.

Saber más. Se incluyen contenidos relevantes que amplían la información desarrollada en la unidad.

Actividades. Están relacionadas directamente con los contenidos de los epígrafes y permiten afianzar los conocimientos.

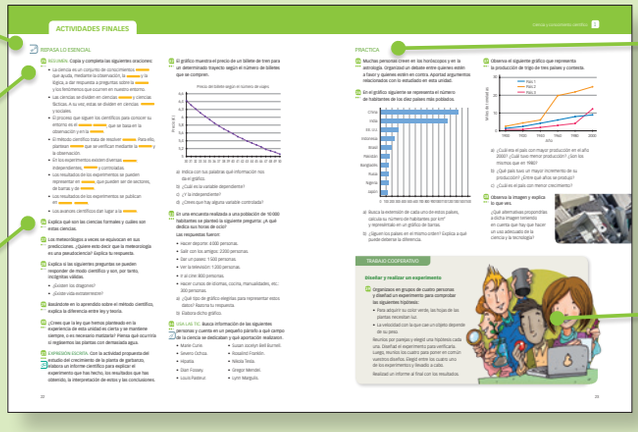
Páginas de actividades finales

Repasa lo esencial. Recoge actividades para afianzar los contenidos esenciales de cada unidad.

Resumen. La primera actividad consiste en realizar un resumen guiado de la unidad.

Nivel de dificultad. La dificultad de cada actividad se registra de manera gráfica:

● Fácil ●● Media ●●● Difícil



Practica. Se incluyen actividades en las que se deben poner en práctica los conceptos aprendidos en la unidad.

Trabajo cooperativo. Plantea un proyecto pensado para realizar en grupo de modo cooperativo para fomentar el trabajo en equipo.

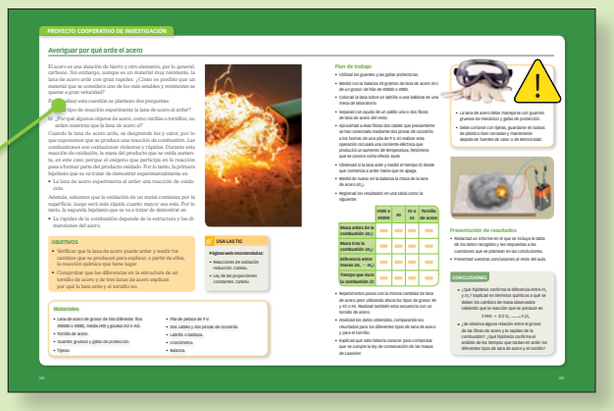
Páginas finales de la unidad

Ciencia en tu vida. Un lectura sobre la ciencia, sus métodos y sus aplicaciones. Incluye actividades para trabajar la competencia lectora y para profundizar en el tema.

Perfil profesional. Algunas de las salidas profesionales a las que se puede acceder mediante los estudios de FP.

Proyectos de investigación

Al final del libro se recogen proyectos de investigación, bibliográficos y experimentales, de carácter cooperativo.



Competencias

A lo largo del libro, diferentes iconos señalan e identifican la competencia concreta que se trabaja en cada actividad o apartado.

- Competencia matemática, científica y tecnológica
- Comunicación lingüística
- Competencia social y cívica
- Competencia digital
- Conciencia y expresión artística
- Aprender a aprender
- Iniciativa y emprendimiento

1 La ciencia y el conocimiento científico

SABER

- Qué es ciencia y qué no es ciencia
- Las ramas de la ciencia
- El método científico
- La historia de la ciencia
- La tecnología
- La ciencia y la tecnología en nuestra vida

SABER HACER

- Identificar una incógnita que pueda ser resuelta científicamente
- Identificar factores que influyen en un fenómeno
- Diseñar un experimento
- Preparar un experimento. Material y condiciones de ensayo
- Realizar un experimento. Toma de datos
- Elaborar gráficos. Tipos de gráficos
- Analizar resultados

El calendario maya

Una manera de medir el tiempo según el calendario maya es lo que se denomina «Cuenta larga». Es una forma continua de contar el tiempo en eras de 13 *bak'tuns*, donde cada *bak'tun* consta de 144 000 días. La cuarta era comenzó el 13 de agosto del año 3114 a.C. y se completaba con el decimotercer *bak'tun* el 21 de diciembre de 2012.

? INTERPRETA LA IMAGEN

- ¿Qué tipo de construcción se puede observar en la fotografía grande? ¿Qué civilización la construyó?
- Describe el aspecto del calendario maya que aparece en esta página. ¿Qué diferencias principales observas con respecto a los calendarios que utilizas habitualmente?

NOS HACEMOS PREGUNTAS

¿Por qué se creía que en el año 2012 se iba a acabar el mundo?

Según la civilización maya, el 21 de diciembre de 2012 debía acabar el mundo porque esa era la fecha en la que finalizaba el ciclo de 5125 años de su calendario. Muchas personas creyeron esta profecía que, como hemos visto, finalmente no se cumplió.

OPINA. ¿Crees que puede ser fiable cualquier predicción del futuro?

El supuesto fin de la Tierra se iba a producir, según ciertos visionarios, por cambios magnéticos en los polos, por una extraña alineación de planetas, por una gran tormenta solar o por el impacto de un gran asteroide. Ante estas teorías destructivas, la Agencia Espacial Norteamericana (NASA) puso en su página web información científica que desmentía esas afirmaciones. Antes del 21 de diciembre de 2012, la NASA aseguró que nada iba a ocurrir en esa fecha y así quedó demostrado.

CLAVES PARA EMPEZAR

- ¿Sabes qué es la ciencia?
- ¿Podrías distinguir entre un conocimiento científico y otro que no lo es?
- ¿Distinguirías entre una cuestión que puede ser afrontada con un planteamiento científico y otra que no?
- ¿Sabes cuáles son los pasos que se siguen en una investigación científica?

1 Qué es ciencia y qué no es ciencia

En general, cuando pensamos en un científico, nos viene a la mente la imagen de una persona con bata blanca realizando experimentos en un laboratorio. Sin embargo, esto solo es así en algunas ciencias como la química o la biología molecular.

Seguro que muchas veces has visto anuncios de personas que prometen adivinar tu futuro a través de las cartas o los astros. ¿Crees que esto es posible? Haz una prueba: busca tres revistas distintas y consulta tu horóscopo. ¿Dicen las tres lo mismo? Lo más probable es que no y, además, seguramente encontrarás afirmaciones muy generales, que se podrían referir a cualquiera.

Sin embargo, si buscas en tres libros diferentes qué es una neurona, dirán básicamente lo mismo. Lo que sabemos sobre las neuronas lo hemos adquirido a través de un **conocimiento científico**.

Ciencia y pseudociencia

La **ciencia** es un conjunto de **conocimientos objetivos** que ayuda, mediante la **observación**, la **experimentación** y la **lógica**, a dar respuesta a preguntas sobre la naturaleza y los fenómenos que ocurren en nuestro entorno.

Una afirmación científica se caracteriza porque puede ser demostrada y se ha llegado a ella a través de un proceso preciso denominado **método científico**.

Sin embargo, hay muchas personas que creen en afirmaciones de videntes o supuestos expertos en ciertas áreas de conocimiento que, en realidad, no son científicos. Algunas de estas «no-ciencias» o pseudociencias son:

- La **astrología** o estudio del efecto de la posición de los astros sobre nuestra vida.
- La **quiromancia** o adivinación mediante las líneas de las manos.
- La **ufología** o estudio de los ovnis y los extraterrestres.
- La **lectura de auras**, unos supuestos campos de energía que rodean a las personas.
- La **cartomancia** o adivinación del futuro a través de las cartas.

Muchas de estas disciplinas se presentan como basadas en la ciencia, pero sus afirmaciones no pueden ser comprobadas de manera cierta y experimental, y por tanto se denominan **pseudociencias**.

ACTIVIDADES

1. Explica por qué la quiromancia no es una ciencia.
2. ¿Cuál es la principal diferencia entre la ciencia y la pseudociencia?

SABER MÁS

Astronomía y astrología

Aunque sus nombres son muy parecidos, la astronomía y la astrología tienen realmente poco en común.

La astronomía es una ciencia que estudia los astros y sus movimientos y se ocupa, por tanto, de conocer y profundizar en la naturaleza de las estrellas, planetas, satélites, etc., y sus posiciones y movimientos.

La astrología, sin embargo, es una pseudociencia que pretende establecer la relación entre la posición de los astros en el universo y el efecto que pueda tener sobre la vida de los seres humanos.

2 Las ramas de la ciencia

A lo largo de la historia ha habido diversas clasificaciones de la ciencia, según los conocimientos predominantes o que despertaban más interés en cada época. Por ejemplo, hubo un tiempo en el que se consideró que la aritmética, la geometría, la música y la astronomía formaban parte de las matemáticas.

Hoy en día la clasificación más extendida, basada en el objeto de estudio, es la siguiente:

- **Ciencias formales.** Son aquellas que se ocupan del estudio de ideas no materiales a través de la deducción y la demostración. Se consideran dentro de este grupo la lógica y las matemáticas.
- **Ciencias factuales.** Son las que tienen como objeto de estudio hechos concretos relacionados con la materia y los fenómenos naturales y humanos. Su estudio se lleva a cabo sobre todo a través de la observación, la deducción y, fundamentalmente, la experimentación.

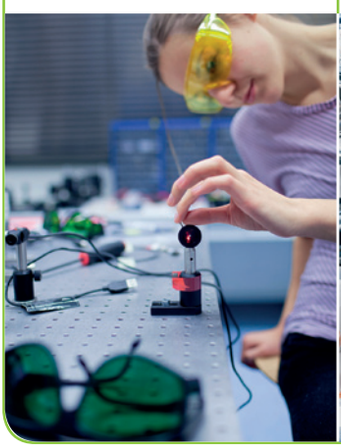
  Las ciencias factuales se pueden dividir a su vez en dos grandes subgrupos:

  – **Ciencias sociales.** Son las que se ocupan del estudio de los fenómenos humanos y sociales. Algunos ejemplos de ciencias sociales son la sociología, la historia, la antropología o la economía.

  – **Ciencias naturales.** Son las que estudian el mundo natural y explican los fenómenos que le afectan.

El Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) es un conjunto de centros e institutos de investigación científica. Su logotipo es un granado que representa el árbol de la ciencia.

PRINCIPALES CIENCIAS EXPERIMENTALES NATURALES

Física	Química	Biología	Geología
Se ocupa del estudio de la naturaleza de la materia y la energía y sus propiedades, así como de los cambios que experimenta, sin variar su naturaleza, en relación con el tiempo y el espacio.	Estudia la estructura y la composición de las sustancias y los cambios que afectan a su naturaleza, las reacciones químicas, así como su relación con la energía.	Se ocupa del estudio de los seres vivos a todos los niveles, desde las biomoléculas hasta los ecosistemas. Incluye las relaciones entre ellos y con el medio ambiente.	Se ocupa del estudio de la Tierra, su historia, su composición interna y externa y los fenómenos que la afectan: volcanes, terremotos, movimientos de placas, etc.
			

3 El método científico

El **método** científico es el proceso que siguen los científicos para estudiar nuestro entorno y sus fenómenos de una manera ordenada, lógica y basada en la observación, en la experimentación o en ambas.

El método científico se caracteriza por ser:

- **Estructurado.** Se basa en seguir unos pasos preestablecidos de manera lógica y ordenada.
- **Fáctico.** Es decir, se basa en hechos y no en creencias.
- **Objetivo.** Se basa en la objetividad de los hechos o fenómenos y no en la subjetividad del científico.
- **Falsable.** Significa que cualquier conclusión, teoría o conocimiento científico es susceptible de ser demostrado como erróneo por futuras investigaciones. Por tanto, la ciencia es autocorrectiva y avanza con cada nueva experimentación.
- **Reproducible.** Quiere decir que un experimento debe poder repetirse por cualquier científico del mundo y debe dar los mismos resultados que el experimento original. Por ejemplo, todos los científicos que analicen el mapa genético de una especie concreta llegarán a la misma conclusión.
- **Permite la elaboración de leyes.** A partir de los resultados, las conclusiones obtenidas se pueden generalizar en forma de leyes universales.

Variedad y pasos del método científico

Existen diversos tipos de métodos científicos según la rama de la ciencia que los utilice. No es posible seguir los mismos pasos en una investigación de geología, de genética, de astronomía o de química. Por ejemplo, hay ramas de la ciencia, como áreas de la astronomía o la paleontología, en las que no es posible la experimentación. Se basan, por tanto, en la observación. Sin embargo, de manera general, el método científico que se aplica a las ciencias experimentales se basa en los siguientes pasos:

1. Identificación de una incógnita.
2. Observación.
3. Formulación de una hipótesis.
4. Experimentación y toma de datos.
5. Análisis de los resultados.
6. Definición de leyes.
7. Establecimiento de teorías.
8. Comunicación de los resultados.

SABER MÁS

Los inicios del método científico

Busto de Aristóteles.

Las primeras ideas sobre la metodología a seguir en el estudio de las ciencias surgieron de Aristóteles, en el siglo IV a.C. Sin embargo, muchos científicos y filósofos han contribuido a mejorar el proceso de investigación y conocimiento. Entre ellos destacan científicos como Alhacén, Avicena o Roger Bacon. A partir del siglo XVI, Galileo Galilei, Francis Bacon y René Descartes dieron el impulso definitivo que asentó las bases del método científico.

ACTIVIDADES

3 Busca en el diccionario el significado de *objetivo* y *subjetivo*. Explica con tus palabras por qué el método científico es objetivo.

4 Investiga qué es la taxonomía y qué metodología utiliza. Explica por qué esta ciencia no se basa en la experimentación.

Identificación de una incógnita

El investigador se cuestiona el porqué, el cómo, el cuándo, el dónde, etcétera, de un fenómeno en concreto. También puede surgir la incógnita cuando, tras consultar lo que se sabe de un objeto o fenómeno, se aprecia que existen lagunas de conocimiento.

Los científicos disponen de libros de consulta y de revistas científicas, en las que se publican las últimas investigaciones. Además, Internet permite el acceso inmediato a estas fuentes y a otras, como vídeos, imágenes y bases de datos con abundante información sobre el conocimiento actual de cualquier fenómeno.

SABER HACER

Identificar una incógnita que pueda ser resuelta científicamente

No todas las cuestiones pueden ser resueltas científicamente. Por ejemplo, no es posible saber el día y hora exactos del nacimiento de una persona.

Sin embargo, muchas preguntas o cuestiones de la naturaleza y de nuestro entorno sí se pueden resolver desde el punto de vista científico. Por ejemplo, ¿qué factores influyen más en el crecimiento de una planta?

ACTIVIDADES

5 De las siguientes cuestiones, ¿cuáles crees que se pueden estudiar científicamente?

- ¿Todos los cuerpos caen a la misma velocidad?
- ¿Existen los fantasmas?
- ¿Qué hay después de la muerte?
- ¿Por qué el cielo es azul?
- ¿Por qué se extinguieron los dinosaurios?

Observación

A continuación se debe estudiar y analizar el objeto o fenómeno utilizando nuestros sentidos. Para ello, se reúnen todos los datos posibles y se desechan los que no aportan nada a nuestra cuestión.

SABER HACER

Identificar los factores que influyen en un fenómeno

Al observar la naturaleza se aprecia que no todas las plantas se desarrollan de igual manera ni con el mismo ritmo, sino que depende de las condiciones en que se encuentren.

En las regiones cálidas y lluviosas la vegetación es más frondosa. Sin embargo, en zonas muy secas, como el desierto, las plantas apenas crecen. Y tampoco lo hacen en zonas muy frías.

Parece que hay diferentes factores que influyen en el crecimiento de una planta: la humedad, la temperatura, la cantidad de luz, el tipo de suelo, etc. Es posible estudiar la influencia de estos factores. En nuestro caso, estudiaremos cómo influye la cantidad de agua.

ACTIVIDADES

6 ¿Qué factores piensas que influyen en el crecimiento de una especie de planta en una maceta?

Formulación de una hipótesis

Reunida la información inicial y junto con la recabada de otras fuentes (libros, bases de datos, revistas científicas…) se propone una respuesta general a la incógnita. Esta respuesta, denominada **hipótesis**, debe ser lo más sencilla posible, con un enunciado claro y con posibilidad de ser comprobada posteriormente.

En nuestro caso, la hipótesis de partida podría ser:

«Si una planta recibe más agua que otra, entonces crecerá más».

Experimentación y toma de datos

A partir de la hipótesis planteada, se diseñan los experimentos que permitan comprobar o rechazar dicha hipótesis. Para diseñar un experimento, hay que pensar qué tipo de ensayos o pruebas se deben realizar y controlar las variables que influyen en el mismo.

Se denomina **variable** a cada una de las características o cualidades que pueden variar en un experimento. Se pueden distinguir tres tipos:

- **Variables independientes.** Son aquellas cuyos valores pueden ser seleccionados en el experimento. En nuestro caso, elegiremos la cantidad de agua con que regaremos las plantas.
- **Variables dependientes.** Son las que dependen del valor de las variables independientes. En nuestro caso, mediremos la altura (en centímetros) que crece cada planta, dependiendo de la cantidad de agua con que la reguemos.
- **Variables controladas.** Son aquellas que deben tener valores fijos durante la experimentación para que no influyan en los resultados. En nuestro caso, todas las plantas tendrán el mismo número de horas de luz, estarán a la misma temperatura y con el mismo tipo de tierra.

ACTIVIDADES

7 En un experimento queremos analizar cómo varía el volumen de un gas cuando cambia la presión, manteniendo la temperatura constante.

De esas tres variables: volumen, presión y temperatura, ¿cuál es controlada, cuál dependiente y cuál independiente?

SABER HACER

Diseñar un experimento

Para comprobar si la cantidad de agua influye en el crecimiento de una planta, hay que elegir el tipo de planta que se va a estudiar. Para que la experimentación no dure demasiado, conviene emplear una planta de crecimiento rápido, como la planta del garbanzo.

A continuación, se establece el tiempo que va a durar el experimento, cada cuánto tiempo se va a regar y cada cuánto se van a tomar datos del crecimiento de la planta.

Nuestro experimento durará veinte días. Regaremos en días alternos y mediremos la altura de cada planta los días de riego. Dado que la variable independiente es la cantidad de agua con la que se va a regar la planta, tenemos que establecer qué cantidad de agua vamos a suministrar a cada una. Por ejemplo, 1 mL, 5 mL, 10 mL, 20 mL y 50 mL.

El tipo de tierra empleada, la temperatura y la luz que recibe cada planta serán los mismos y se mantendrán constantes durante todo el experimento.

ACTIVIDADES

8 ¿Podríamos haber elegido alguna otra variable independiente en este experimento? ¿Cuál?

9 ¿Cuáles son las variables controladas en nuestro experimento?

SABER HACER

Preparar un experimento. Material y condiciones del ensayo

Una vez establecidos los factores anteriores, se debe diseñar el experimento y buscar el material necesario.

Sembraremos garbanzos y los regaremos con distintas cantidades de agua (1, 5, 10, 20 y 50 mL). Puesto que es posible que algún garbanzo no germine, y además debemos asegurarnos de que los datos sean fiables y reproducibles, repetiremos diez veces cada ensayo; es decir, usaremos diez garbanzos para cada cantidad de agua.

Tendremos, por tanto, un total de 50 muestras: cinco cantidades de agua y diez repeticiones de cada una.

El experimento se hará durante 20 días. Se regará al plantar la semilla y luego se regará y medirá cada dos días.

Necesitaremos los siguientes materiales:

- **50 recipientes de unos 100 mL de capacidad.** Se utilizarán como macetas y les haremos un pequeño agujero en la base para que drene el agua sobrante del riego. Podemos utilizar, por ejemplo, vasos de plástico, envases de yogur...
- **Tierra para sembrar.** Se puede encontrar en viveros, en tiendas de decoración con sección de jardinería, en supermercados… Debemos usar el mismo tipo y la misma cantidad de tierra para llenar todos los recipientes.
- **Piedras o grava.** En el fondo de cada recipiente debemos colocar unas piedrecillas para evitar que la tierra se encharque.
- **Garbanzos.** En cada recipiente plantaremos un garbanzo a un centímetro de profundidad.
- **Rotulador permanente.** Con él marcaremos cada recipiente con un número, para facilitar la identificación y poder luego tomar los datos sin problemas. Por ejemplo, rotularemos del 1 al 10 los recipientes que se regarán con 1 mL de agua; rotularemos del 11 al 20 los que se regarán con 5 mL, y así sucesivamente.
- **Jeringuillas de plástico de 10 mL.** Con ellas podremos medir el agua con la que vamos a regar.

ACTIVIDADES

10 Si todos los garbanzos germinaran, ¿cuántas plantas tendríamos para tomar datos? Y si algunos garbanzos no germinasen, ¿los datos serían aún válidos? Explica por qué.

11 Imagina que tuvieras que usar tierra de dos marcas diferentes. ¿Sería válido el experimento? Explica tu respuesta.

SABER HACER

Realizar un experimento. Toma de datos

Una vez que tenemos todo el material preparado y los 50 garbanzos plantados, podemos comenzar nuestro experimento. Todos los recipientes deben estar en la misma habitación, a la misma temperatura y recibiendo la misma luz.

En una hoja de papel hacemos una tabla para poder ir apuntando el número de recipiente, la cantidad de agua utilizada y la altura de la planta cada día. Podemos tomar como ejemplo la siguiente tabla:

Cantidad de agua (mL)	Número de recipiente	Día/altura de la planta (cm)									
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
1 mL	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	9										
	10										
5 mL	11										
	12										
	13										

ACTIVIDADES

12 Copia la tabla y complétala con los recipientes y días que faltan. En cada recuadro se debe anotar la altura de cada planta, en centímetros. Si la planta no germina, se dejará en blanco el recuadro.

Análisis de resultados

Una vez finalizado el experimento, se deben analizar los resultados obtenidos. Analizar los resultados significa correlacionar los resultados del experimento (en este caso, la altura de cada planta, en centímetros) con las variaciones de nuestro ensayo (en nuestro caso, la cantidad de agua de riego). Es decir, se trata de averiguar de qué manera dependen las variables dependientes de las variables independientes y relacionarlo, a su vez, con el conocimiento previo sobre el ensayo.

Una de las mejores maneras de analizar nuestros datos es representarlos mediante gráficos y realizar análisis estadísticos.

ACTIVIDADES

13 ¿Se podría proponer una investigación similar a la que hemos planteado utilizando semillas distintas en cada maceta, por ejemplo, usando garbanzos, judías y lentejas?

Explica por qué.

14 En nuestra investigación hemos planteado como variables controladas el tipo de tierra, la temperatura y la cantidad de luz.

¿Crees que hay otras variables que hayamos controlado o que haya que controlar?

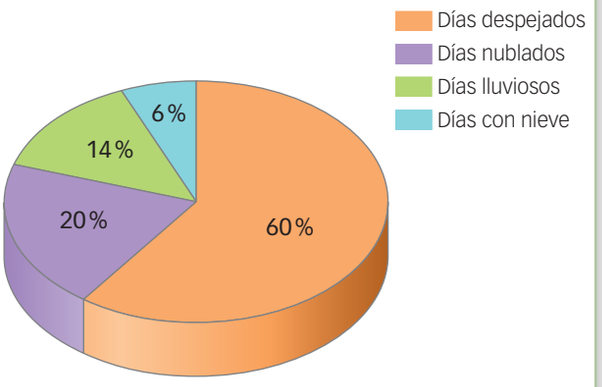
SABER HACER

Elaborar gráficos. Tipos de gráficos

Una manera muy eficaz de analizar los datos es mediante gráficos, que nos permiten establecer la relación entre dos variables de forma visual. Hay diferentes tipos de gráficos que se aplican según la clase de datos que se analizan:

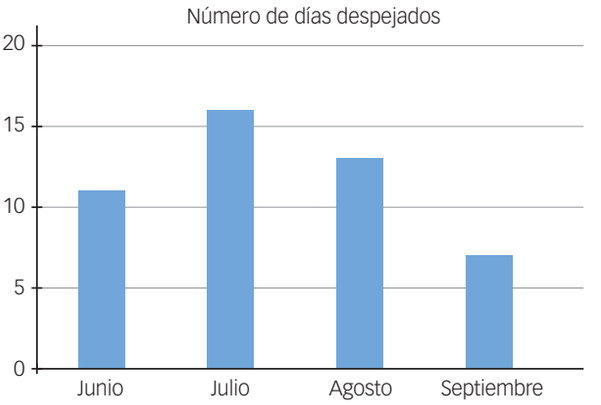
- **Gráfico circular o de sectores.** Este gráfico se emplea para representar porcentajes. El tamaño de cada sector es proporcional al porcentaje que representa. Así, los 360 grados del círculo representan el 100 %; 180 grados, el 50 %; 90 grados, el 25 %, etc.

  Por ejemplo, se puede usar para representar el porcentaje de los días despejados, nublados, lluviosos o con nieve del año en una localidad. Si, por ejemplo, ha habido 219 días despejados, 73 días nublados, 50 días lluviosos y 23 días con nieve, estos porcentajes serían, respectivamente: 60 %, 20 %, 14 % y 6 %.



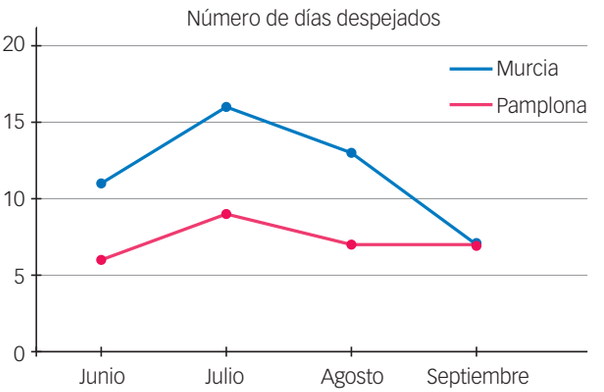
- **Gráfico de barras o columnas.** Un gráfico de barras se suele utilizar para comparar valores de una misma variable en diferentes individuos, días, experimentos... La longitud de las barras o columnas debe ser proporcional al valor representado. Se representan utilizando dos ejes: el eje X, horizontal o de abscisas, y el eje Y, vertical o de ordenadas. Las barras pueden ser verticales u horizontales.

  Por ejemplo, se puede usar para representar el número de días despejados en la ciudad de Murcia durante los meses de junio a septiembre. Los datos son: junio, 11 días; julio, 16 días; agosto, 13 días, y septiembre, 7 días. En el eje X representamos los meses, y en el eje Y, los datos numéricos de los días.



- **Gráfico de líneas.** En un gráfico de líneas se representan datos similares a los de un gráfico de barras, pero es más útil para mostrar la tendencia de crecimiento o descenso de una variable. En estos gráficos, en el eje X se representa generalmente la variable independiente, y en el eje Y, la variable dependiente. Se traza un punto por cada valor del par (X, Y) y luego se unen los puntos.

  Por ejemplo, podemos comparar los días despejados en los meses de junio a septiembre en Murcia y en Pamplona. Ya conocemos los datos de Murcia. Los datos de Pamplona son: junio, 6 días; julio, 9 días; agosto, 7 días, y septiembre, 7 días.



ACTIVIDADES

15 Hemos estudiado de dónde proceden los alumnos de clase este año. De los 28 alumnos que hay, 22 vienen de 3.º de la ESO, del mismo instituto; 4 están repitiendo curso, y 2 son nuevos.

Responde las siguientes preguntas:

a) ¿Qué tipo de gráfico te parece más adecuado para representar estos datos y por qué?

b) ¿Qué porcentaje del total representa cada grupo de alumnos y cuántos grados le corresponderían en un gráfico de sectores?

SABER HACER

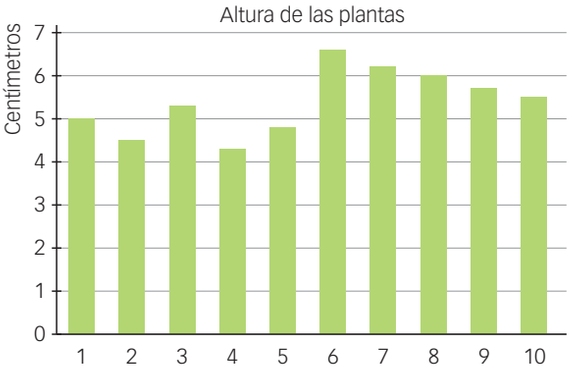
Analizar resultados

Con todos los datos de crecimiento que hemos apuntado en la tabla vamos a elaborar dos tipos de gráficos.

- En el primero, un gráfico de barras, vamos a representar la altura final de las plantas que han recibido la misma cantidad de agua. Elaboraremos, por tanto, cinco gráficos, una por cada cantidad de agua. En el eje de abscisas (eje X) anotamos el número de cada planta, y en el eje de ordenadas (eje Y), la altura de cada planta al final del experimento, en centímetros.

  Los datos obtenidos para las 10 primeras plantas son los siguientes:

Planta	Altura final (cm)
1	5
2	4,5
3	5,3
4	4,3
5	4,8
6	6,6
7	6,2
8	6
9	5,7
10	5,5



Casi todos los datos se encuentran en valores cercanos a los 5 cm. Para tener un dato más riguroso de la altura de las plantas, averiguamos su **media**. La media de una medida se obtiene sumando todos los valores obtenidos y dividiendo por el número de medidas tomadas. En nuestro caso, la media es:

$$\frac{5 + 4{,}5 + 5{,}3 + 4{,}3 + 4{,}8 + 6{,}6 + 6{,}2 + 6 + 5{,}7 + 5{,}5}{10} = 5{,}39\text{cm}$$

- En el segundo tipo de gráfico representaremos el crecimiento de cada grupo de plantas a lo largo del experimento. Supongamos de nuevo que tomamos los datos del grupo de plantas del 1 al 10. En la tabla tendremos la altura de cada planta a lo largo de cada uno de los días en que las hemos regado. Con los datos recogidos elaboraremos una tabla y sacaremos la media de crecimiento del grupo de plantas por cada día.

Planta	Día 2	Día 4	Día 6	Día 8	Día 10	Día 12	Día 14	Día 16	Día 18	Día 20
1	0	0	0,8	1,2	2,7	3,3	3,9	4,5	4,9	5
2	0	0	0,9	1,1	2,3	2,9	3,5	4,1	4,5	4,5
3	0	0	1,1	1,6	2,8	3,4	4	4,6	5	5,3
4	0	0,3	1	0,6	1,8	2,4	3	3,9	4,3	4,3
5	0	0	0,7	1,2	2,6	3,2	3,8	4,4	4,8	4,8
6	0	0,5	1,2	2,8	4	4,6	5,2	6,2	6,6	6,6
7	0	0	0,5	2,8	4	4,6	5,2	5,8	6,2	6,2
8	0	0,6	0,9	2	3,6	4,2	4,8	5,6	6	6
9	0	0,8	1	2,1	3,3	3,9	4,5	5,1	5,5	5,7
10	0	0,2	1	2,2	3,4	4	4,6	5,1	5,5	5,5
Media del día	0	0,24	0,91	1,76	3,05	3,65	4,25	4,93	5,33	5,39

ACTIVIDADES

16 Representa en un gráfico de líneas la media de altura de las plantas 1 a 10 a lo largo del experimento.

17 Haz tú mismo el experimento y representa los resultados en un gráfico de líneas. Indica cada grupo de plantas con una línea de un color, de modo que tengas un gráfico con cinco líneas diferentes de distintos colores.

Definición de leyes

Una vez analizados los datos obtenidos, podremos confirmar o rechazar la hipótesis de partida de nuestra experimentación mediante la definición de una **ley**.

En general, una ley es una afirmación relativa a la relación entre dos o más variables y se puede expresar tanto de forma **matemática** como mediante una **frase**. En nuestro caso, la ley quedaría enunciada del siguiente modo:

«El crecimiento de una planta de garbanzo es directamente proporcional a la cantidad de agua de riego que recibe».

Establecimiento de teorías

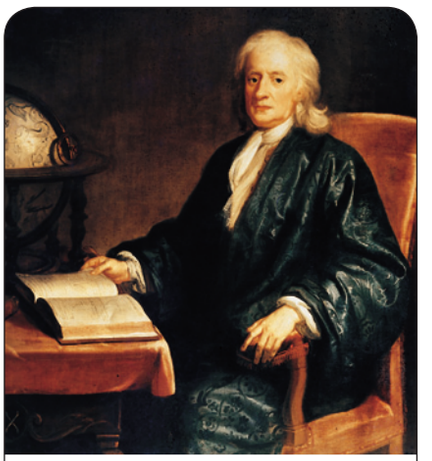
Las leyes nos permiten dar respuesta a problemas o aspectos concretos de un problema. Cuando se han estudiado todos los aspectos de dicho problema y se han establecido las leyes correspondientes, estas se pueden reunir en una **teoría** que dé explicación al conjunto.

En el ejemplo que hemos seguido, se debería establecer una teoría general relativa a todos los factores que influyen en el crecimiento de las plantas.

Comunicación de resultados

Como último paso de la metodología científica se deben dar a conocer los resultados al resto de la comunidad científica, con el objetivo de que el conocimiento científico avance y esté cada vez al alcance de un mayor número de personas.

En general, esto se logra mediante la publicación de un **artículo científico**. Estos artículos se publican en **revistas científicas**. Existen cientos de revistas diferentes, dedicadas a los distintos campos de investigación y la mayoría de ellas se publican en inglés.



$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

Sir Isaac Newton propuso la ley de la gravitación universal, que explica tanto la caída de los cuerpos como el movimiento de los astros.

? INTERPRETA LA IMAGEN

18 ¿Qué objetos aparecen en la ilustración? ¿Qué crees que quieren transmitir?

19 Expresa en forma de oración la ecuación de la ley de la gravitación universal.

Science y *Nature* son, quizá, las dos revistas científicas más influyentes.

4 La historia de la ciencia

Stephen Hawking es uno de los científicos más relevantes de los últimos años. Sus descubrimientos y teorías han revolucionado la concepción que se tenía hasta hace poco del universo.

Aunque la ciencia es un concepto moderno, su origen es antiguo y se ha ido construyendo a lo largo de toda la historia.

- **Prehistoria.** Sin duda, los primeros seres humanos eran conscientes de los fenómenos de la naturaleza, como los cambios de las estaciones, el crecimiento de las plantas, las enfermedades, las tormentas, las erupciones volcánicas… Las primeras explicaciones que se daban a estos fenómenos eran mitológicas o religiosas. Sin embargo, esto no quiere decir que nuestros antepasados no tuvieran un profundo conocimiento de la naturaleza y sus ciclos, los seres vivos, etc.
- **Historia antigua.** En las civilizaciones babilónica y egipcia se conservaba la concepción mítica de la naturaleza, pero comenzaron a desarrollarse la astronomía y las matemáticas, con un propósito utilitario: elaborar calendarios, medir los campos de cultivo… En Grecia aprovecharon esos saberes y dieron un gran paso: abandonaron la mitología y trataron de explicar el universo y sus fenómenos mediante causas naturales a través de la observación y la razón.
- **Edad Media.** En esta era la ciencia cayó en un periodo de declive en Europa. Pero otras civilizaciones, como las de China, la India o los países árabes, seguían haciendo progresos en ciencia y tecnología. La ciencia árabe fue importante en este periodo. A través suyo llegaron a la Europa cristiana las obras de los grandes filósofos griegos, junto con sus propias aportaciones, como el sistema de numeración arábigo.
- **A partir de los siglos XV y XVI.** Con el Renacimiento comienza el verdadero despegue de la ciencia tal como la conocemos hoy. En esta época empezó a cuestionarse la autoridad de los antiguos filósofos griegos, hasta entonces indiscutible. Se comenzó a usar una poderosa herramienta, la experimentación, y se desarrolló el método científico. Entre los precursores estarían Copérnico, Kepler, Galileo y Newton, entre otros. Se estrecha cada vez más la relación existente entre ciencia y tecnología, sobre todo gracias a los avances en electricidad.
- **A lo largo de los siglos XX y XXI.** No cambia la concepción de la ciencia, pero sí la forma de trabajar. Por una parte, se entiende que la ciencia es fundamental como motor del progreso tecnológico. Por otra, cada vez es una actividad más colaborativa, entre otras razones, por los equipos que se deben usar, con un coste inasumible para un solo equipo de investigación o, incluso, un país. Pero también es cierto que en algunos ámbitos surge cierta desconfianza hacia la ciencia, por el mal uso que se puede hacer de sus resultados, como es la producción de bombas nucleares, por ejemplo.

ACTIVIDADES

20 ¿Cuál fue el gran avance de los antiguos griegos en la historia de la ciencia?

21 USA LAS TIC. Infórmate sobre las aportaciones a la ciencia de Copérnico, Kepler, Galileo o Newton.

5 La tecnología

Los avances científicos que se han producido a lo largo de la historia no solo han servido para saber cada vez más de nuestro entorno y de nosotros mismos, sino que han sido aplicados directamente en utensilios, objetos y máquinas que nos han permitido cambiar nuestra vida y el planeta que habitamos.

La **tecnología** nos permite transformar la realidad a través de **procesos**, **máquinas** y **utensilios** que son la consecuencia del avance en el conocimiento científico.

La ciencia y la tecnología están en la actualidad tan relacionadas que se necesitan mutuamente para seguir avanzando:

- Hoy en día todo científico, sea cual sea su especialidad, utiliza tecnología en sus investigaciones: ordenadores, Internet, equipos de medida, herramientas, utensilios de laboratorio, etc.
- Para que la tecnología avance es preciso que los científicos sigan descubriendo el mundo, las posibilidades que nos brinda la Tierra, la naturaleza o el cosmos, sus leyes, la materia y la energía, etc.

ACTIVIDADES

22 Busca en un diccionario el significado de las palabras *tecnología* y *ciencia*, y explica las diferencias entre ellas.

COMPROMETIDOS

Algunos usos no responsables de la tecnología

Hay niños y adolescentes que pasan demasiado tiempo frente al televisor, la consola o el móvil. Las horas de ocio también deben emplearse en hacer deporte, en disfrutar de la naturaleza o reunirse con amigos y familiares.

Muchas personas utilizan el coche para trayectos que podrían hacer sin dificultad a pie, en transporte público o en bicicleta. El exceso de transportes que utilizan combustibles fósiles contribuye a la contaminación del medio ambiente y al agotamiento de fuentes no renovables de energía.

En los últimos años, la tecnología ha avanzado tan rápidamente que en muchas ocasiones se reemplazan unos aparatos por otros más avanzados, aunque no sean necesarios. De este modo, se desechan productos útiles, se contribuye a aumentar la contaminación y a agotar los recursos del planeta.

El abuso tanto de las calefacciones como de los aparatos de aire acondicionado hace que se dispare el consumo energético. Esto contribuye al agotamiento de los combustibles fósiles y al incremento del calentamiento global.

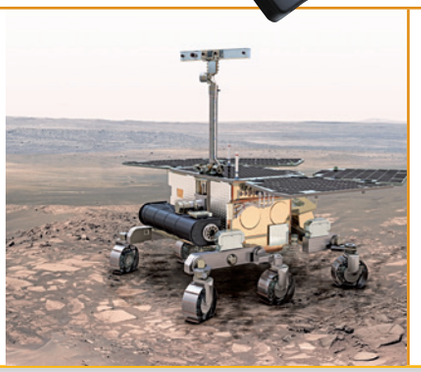
6 La ciencia y la tecnología en nuestra vida

La ciencia y la tecnología están presentes en todos los aspectos de nuestra vida diaria. A continuación destacamos algunos de estos aspectos y cómo nos afectan.

Tecnologías de la información y la comunicación (TIC)

La telefonía fija se inventó a finales del siglo XIX y se generalizó durante el XX. A finales del siglo XX comenzó el rápido desarrollo de la telefonía móvil, que aún continúa.

Las TIC permiten estudiar o trabajar a distancia desde cualquier lugar. Con ellas no solo se envía y recibe información, sino que se pueden manejar robots a distancia.



Los ordenadores permiten almacenar y procesar cantidades ingentes de información. Su interconexión dio origen a Internet.

Medicina

Las técnicas de diagnóstico permiten identificar las enfermedades con precisión, mediante imágenes, análisis bioquímicos, etc.

Desde el descubrimiento de los antibióticos cada vez se dispone de fármacos más eficaces y con menos efectos secundarios.

La cirugía ha alcanzado logros espectaculares, como los trasplantes de órganos o las intervenciones intrauterinas.

El acceso a las mejoras en salud es muy desigual. Es una responsabilidad general contribuir, en la medida de nuestras posibilidades, a que estas diferencias sean cada vez menores.

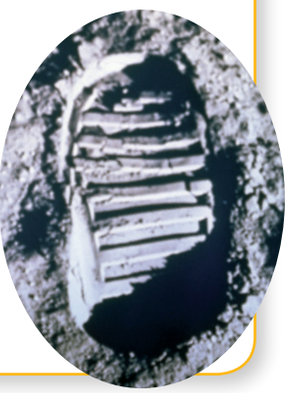
Transportes

Los combustibles derivados del petróleo han hecho posible el gran desarrollo de medios de transporte ocurrido durante el siglo xx.

El transporte de mercancías ha hecho muy fácil conseguir productos de cualquier lugar del mundo en cualquier otro punto.

El transporte de personas ha permitido la aparición del turismo como una importante actividad económica.

Hace menos de cincuenta años el ser humano pisó por primera vez la Luna. ¿Hasta dónde nos llevarán en el futuro los viajes espaciales?



Sectores de producción

Desde mediados del siglo xx hemos asistido a la industrialización de la agricultura, en la llamada «revolución verde», que ha hecho aumentar considerablemente el rendimiento de los cultivos a costa de un empleo muy intenso de fertilizantes, plaguicidas, combustibles fósiles...

La piscicultura proporciona pescado a un precio asequible, aunque ejerce un gran impacto sobre el medio ambiente.

La tecnología permite extraer hidrocarburos de yacimientos cada vez más profundos, bajo tierra o bajo el mar. También se extraen de algunas rocas con la técnica de la fracturación hidráulica (*fracking*). Esto aumenta las reservas de hidrocarburos, pero a costa de un importante impacto ambiental.

ACTIVIDADES

23 Los avances tecnológicos hacen nuestra vida más fácil. Pero ¿crees que estos avances siempre tienen consecuencias positivas?

24 La ciencia y la tecnología también influyen sobre la educación. Indica los tres avances que consideres más importantes en este campo.

REPASA LO ESENCIAL

25 RESUMEN. Copia y completa las siguientes oraciones:

- La ciencia es un conjunto de conocimientos _____ que ayuda, mediante la observación, la _____ y la lógica, a dar respuesta a preguntas sobre la _____ y los fenómenos que ocurren en nuestro entorno.
- Las ciencias se dividen en ciencias _____ y ciencias fácticas. A su vez, estas se dividen en ciencias _____ y sociales.
- El proceso que siguen los científicos para conocer su entorno es el _____ _____, que se basa en la observación y en la _____.
- El método científico trata de resolver _____. Para ello, plantean _____ que se verifican mediante la _____ y la observación.
- En los experimentos existen diversas _____: independientes, _____ y controladas.
- Los resultados de los experimentos se pueden representar en _____, que pueden ser de sectores, de barras y de _____.
- Los resultados de los experimentos se publican en _____ _____.
- Los avances científicos dan lugar a la _____.

26 Explica qué son las ciencias formales y cuáles son estas ciencias.

27 Los meteorólogos a veces se equivocan en sus predicciones. ¿Quiere esto decir que la meteorología es una pseudociencia? Explica tu respuesta.

28 Explica si las siguientes preguntas se pueden responder de modo científico y son, por tanto, incógnitas válidas.

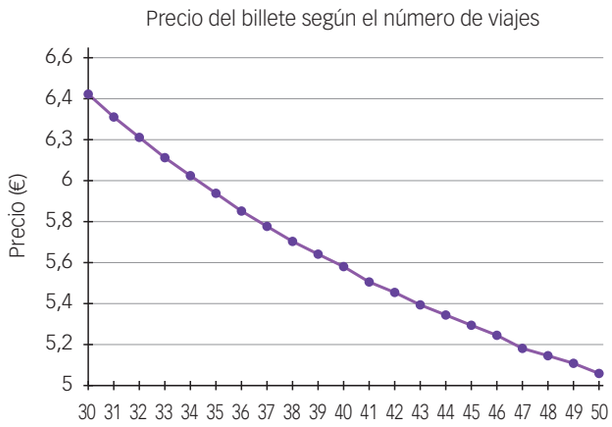
- ¿Existen los dragones?
- ¿Existe vida extraterrestre?

29 Basándote en lo aprendido sobre el método científico, explica la diferencia entre ley y teoría.

30 ¿Crees que la ley que hemos planteado en la experiencia de esta unidad es cierta y se mantiene siempre, o es necesario matizarla? Piensa qué ocurriría si regásemos las plantas con demasiada agua.

31 EXPRESIÓN ESCRITA. Con la actividad propuesta del estudio del crecimiento de la planta de garbanzo, elabora un informe científico para explicar el experimento que has hecho, los resultados que has obtenido, la interpretación de estos y las conclusiones.

32 El gráfico muestra el precio de un billete de tren para un determinado trayecto según el número de billetes que se compren.



a) Indica con tus palabras qué información nos da el gráfico.

b) ¿Cuál es la variable dependiente?

c) ¿Y la independiente?

d) ¿Crees que hay alguna variable controlada?

33 En una encuesta realizada a una población de 10 000 habitantes se planteó la siguiente pregunta: ¿A qué dedica sus horas de ocio?

Las respuestas fueron:

- Hacer deporte: 4 000 personas.
- Salir con los amigos: 2 200 personas.
- Dar un paseo: 1 500 personas.
- Ver la televisión: 1 200 personas.
- Ir al cine: 800 personas.
- Hacer cursos de idiomas, cocina, manualidades, etc.: 300 personas.

a) ¿Qué tipo de gráfico elegirías para representar estos datos? Razona tu respuesta.

b) Elabora dicho gráfico.

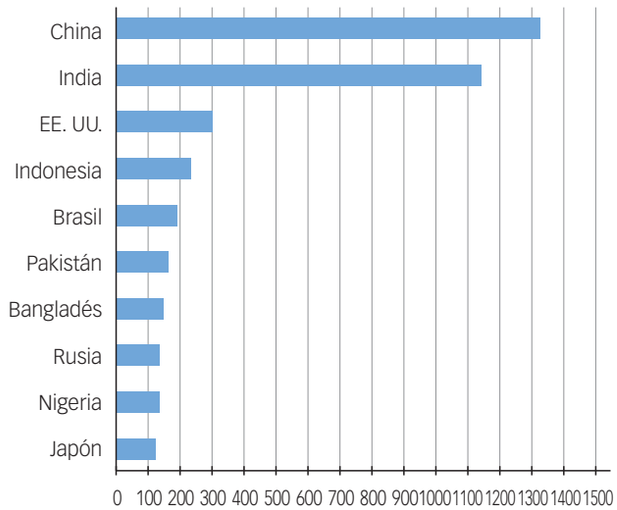
34 USA LAS TIC. Busca información de las siguientes personas y cuenta en un pequeño párrafo a qué campo de la ciencia se dedicaban y qué aportación realizaron.

- Marie Curie.
- Severo Ochoa.
- Hipatia.
- Dian Fossey.
- Louis Pasteur.
- Susan Jocelyn Bell Burnell.
- Rosalind Franklin.
- Nikola Tesla.
- Gregor Mendel.
- Lynn Margulis.

PRACTICA

35 ●●● Muchas personas creen en los horóscopos y en la astrología. Organizad un debate entre quienes estén a favor y quienes estén en contra. Aportad argumentos relacionados con lo estudiado en esta unidad.

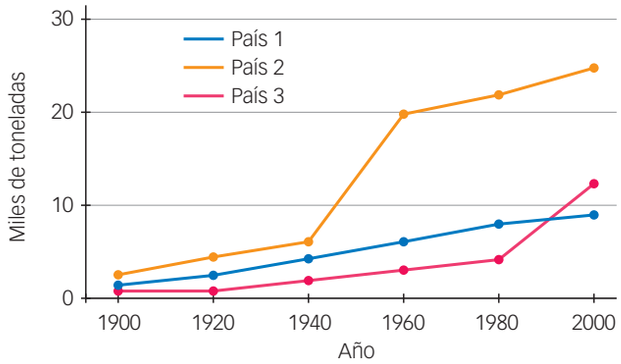
36 ●●○ En el gráfico siguiente se representa el número de habitantes de los diez países más poblados.



a) Busca la extensión de cada uno de estos países, calcula su número de habitantes por km^2 y represéntalo en un gráfico de barras.

b) ¿Siguen los países en el mismo orden? Explica a qué puede deberse la diferencia.

37 ●●○ Observa el siguiente gráfico que representa la producción de trigo de tres países y contesta.



a) ¿Cuál era el país con mayor producción en el año 2000? ¿Cuál tuvo menor producción? ¿Son los mismos que en 1980?

b) ¿Qué país tuvo un mayor incremento de su producción? ¿Entre qué años se produjo?

c) ¿Cuál es el país con menor crecimiento?

38 ●●○ Observa la imagen y explica lo que ves.

¿Qué alternativas propondrías a dicha imagen teniendo en cuenta que hay que hacer un uso adecuado de la ciencia y la tecnología?

TRABAJO COOPERATIVO

Diseñar y realizar un experimento

39 Organizaos en grupos de cuatro personas y diseñad un experimento para comprobar las siguientes hipótesis:

- Para adquirir su color verde, las hojas de las plantas necesitan luz.
- La velocidad con la que cae un objeto depende de su peso.

Reuníos por parejas y elegid una hipótesis cada una. Diseñad el experimento para verificarla. Luego, reuníos los cuatro para poner en común vuestros diseños. Elegid entre los cuatro uno de los experimentos y llevadlo a cabo.

Realizad un informe al final con los resultados.

Ciencia y casualidad

El método científico es un proceso meticuloso que exige un largo periodo de observación y experimentación antes de obtener resultados. Incluso, la definición del objeto de la investigación puede llevar un largo tiempo.

Sin embargo, algunos grandes descubrimientos de la ciencia y la tecnología se dieron de forma fortuita e inesperada, cuando se buscaba algo distinto. Esta afortunada casualidad recibe el nombre de **serendipia**, del inglés *serendipity*.

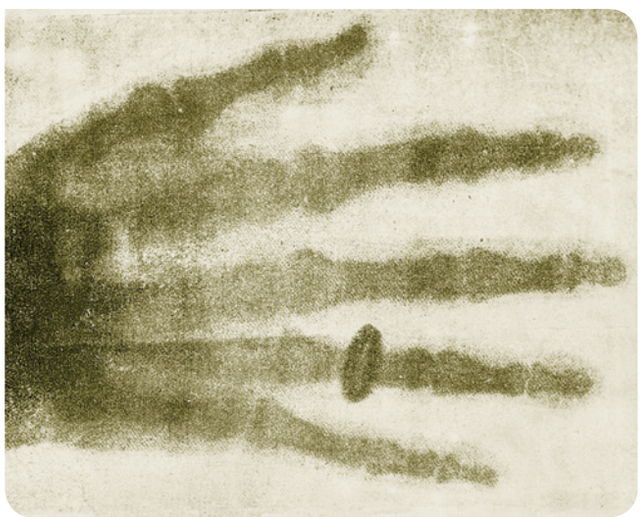
La serendipia ha estado presente en la ciencia desde siempre. Incluso Arquímedes, en el siglo III a. C., descubrió el principio que lleva su nombre al observar cómo rebosaba el agua de su bañera mientras se daba un baño.

Ahora bien, la casualidad no es, ni mucho menos, suficiente. Hace falta una gran dosis de genialidad para percatarse de cuándo una observación casual es importante.

Rayos X: la luz penetrante

En 1895, el científico alemán Wilhelm Conrad Röntgen experimentaba en su laboratorio con unos dispositivos que emitían un nuevo tipo de radiación, los rayos catódicos, capaces de impresionar películas fotográficas. Mientras estudiaba el fenómeno, Röntgen cubrió el dispositivo con un cartón opaco. Sin embargo, se dio cuenta de que había una radiación que escapaba de él a pesar del cartón.

Röntgen llamó X a esta radiación que era capaz de atravesar objetos opacos. Siguió experimentando con los rayos X y obtuvo la primera radiografía de la historia: la mano de su esposa con su anillo de bodas en el dedo.



La penicilina: un antibiótico por descuido

En 1928, el inglés Alexander Fleming, mientras estudiaba cultivos de la bacteria *Staphylococcus aureus*, causante de infecciones en la piel, observó algo casual: un moho verde había contaminado accidentalmente el recipiente donde cultivaba las bacterias y estas casi habían desaparecido.

Fleming pudo haber tirado el cultivo a la basura, pero su genialidad estuvo en que, al analizar el fenómeno dedujo que el moho, denominado *Penicillium*, producía alguna sustancia que impedía el crecimiento de las bacterias. Más tarde a esa sustancia se la llamó penicilina, uno de los antibióticos más utilizados para tratar enfermedades infecciosas y que ha salvado, sin duda, millones de vidas.

El *post-it*: ¿éxito o fracaso?

En 1970, el químico de la compañía 3M Spencer Silver realizaba pruebas con el fin de conseguir un pegamento potente para usar en la industria aeroespacial, pero solo obtuvo un producto que, aunque era adhesivo, se podía despegar fácilmente. Cualquiera lo hubiera considerado un fracaso, pero Silver trató de encontrarle una utilidad.

Esta utilidad la encontró años más tarde su colega, Art Fry, cansado de perder el separador de páginas de su libro de cánticos de la iglesia. Se le ocurrió impregnar con el adhesivo de Silver el borde de pequeños pedazos de papel. De esta forma, de un fracaso, nació el exitoso invento del *post-it*.

ACTIVIDADES

40 Louis Pasteur afirmó que «la suerte favorece solo a las mentes preparadas». Comenta esta frase teniendo en cuenta los ejemplos de esta página.

41 Por su parte, Einstein dijo, en relación con el trabajo científico, que «la imaginación es más importante que el conocimiento».

¿Estás de acuerdo con dicha afirmación? Justifica tu respuesta.

PERFIL PROFESIONAL

FP DE GRADO MEDIO. INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO

Instalador de energía solar térmica

¿Qué hace?

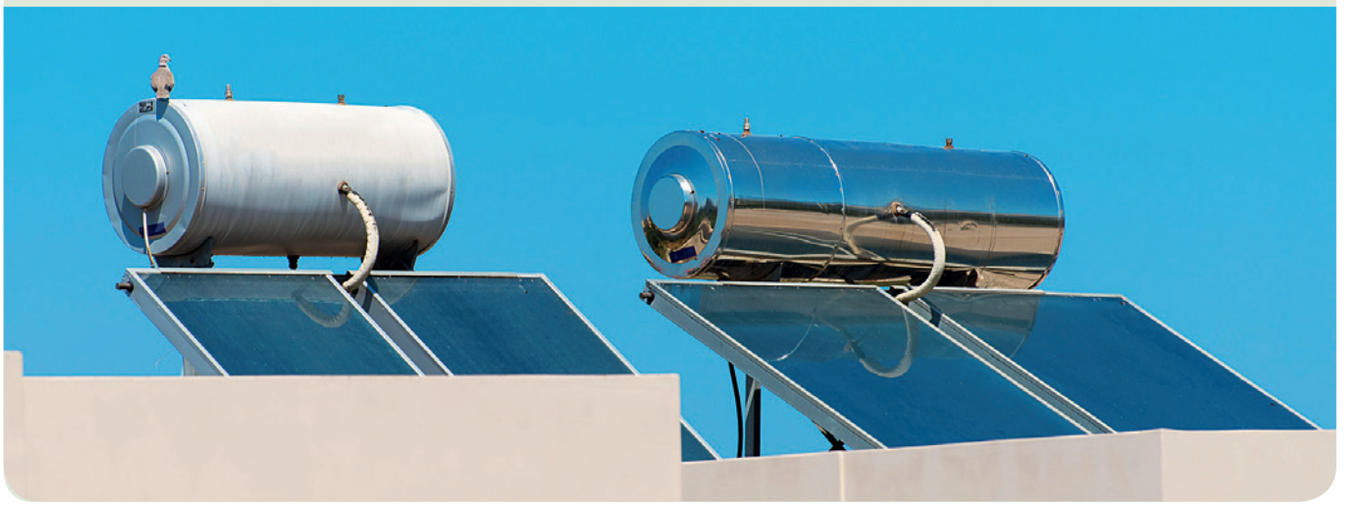
Monta paneles de energía solar en los tejados de viviendas y edificios para calentar el agua que se usará en duchas y aseos, para calefacción o para producir energía eléctrica.

¿Cómo lo hace?

- Localiza en el tejado un lugar que esté bien orientado, para que los rayos de sol incidan todo el año con el ángulo idóneo sobre los paneles.
- Coloca y fija la estructura soporte en dicho lugar y acopla sobre ella los paneles, conectándolos entre sí.
- Instala el circuito primario, que es el que transporta el agua caliente hasta el depósito acumulador.
- Monta el circuito secundario, conectando al acumulador la entrada de agua fría y la salida del agua caliente.
- Instala el cuadro de control en el lugar planteado en el diseño de la instalación y lo conecta a la red eléctrica de la casa.
- Pone en marcha los equipos instalados, comprueba el funcionamiento del cuadro de control y realiza los ajustes que sean necesarios.

¿Qué salidas profesionales tiene?

Suele trabajar en pequeñas empresas dedicadas a la instalación y mantenimiento de placas solares. También puede formar parte del departamento de mantenimiento de cualquier empresa grande que disponga de este tipo de instalaciones.

¿Qué estudios debe tener?

Puede haber realizado el ciclo de Grado Medio de Formación Profesional titulado *Técnico en instalaciones de producción de calor*, incluido en la familia profesional de Instalación y Mantenimiento.