CIENCIAS NATURALES

FÍSICA 1°·2° medio

TEXTO DEL ESTUDIANTE



REUTILIZABLE
TEXTO ESCOLAR

Ministerio de Educación
Gobierno de Chile

EDICIÓN ESPECIAL PARA EL
MINISTERIO DE EDUCACIÓN
PROHIBIDA SU COMERCIALIZACIÓN

Editorial CPE

CIENCIAS NATURALES

FÍSICA 1° y 2° medio

TEXTO DEL ESTUDIANTE

Felipe Moncada Mijic
Licenciado en Educación
Profesor de Física y Matemática
Universidad de Santiago de Chile

Pablo Valdés Arriagada
Licenciado en Educación
Profesor de Física y Matemática
Universidad de Santiago de Chile
Magíster en Educación de las Ciencias, mención Física
Universidad de Talca

Loreto Sanhueza Cid
Profesora de Ciencias Naturales y Física
Universidad de Concepción
Magíster of Science in Science and Education
University of Bristol, Reino Unido

El Texto de **Ciencias Naturales-Física 1.° y 2.° medio**, es una creación del Departamento de Estudios Pedagógicos de la Editorial Crecer Pensando Escuela.

Dirección editorial
Pablo Valdés Arriagada

Coordinación editorial
Alejandra Maldonado Astorga

Autoría
Felipe Moncada Mijic
Loreto Sanhueza Cid
Pablo Valdés Arriagada

Colaboración en la creación del modelo pedagógico
Solange Gorichon Galvez
Victoria Andrea Ruffinelli Vargas

Asesoría pedagógica
Jeanette Tello Riquelme

Consultor especialista
Walter Bussenius Cortada

Corrección de estilo y pruebas
Alejandro Cisternas Ulloa

Diseño y diagramación
Equipo de diseño Editorial CPE

Ilustraciones
Carlos Urquiza Moreno
Ismael Valdés Alicera

Fotografías
©Alamy
Archivo editorial
César Vargas Ulloa
ESO
©Latinstock
©Shutterstock
NASA

Producción
Pablo Saavedra Rosas

Este Texto corresponde al Primer y Segundo año de Educación Media y ha sido elaborado conforme al Decreto Supremo N° 614/2013, del Ministerio de Educación de Chile.

©2017 – Editorial Crecer Pensando Escuela Ltda. – General Del Canto 105, oficina 1206 – Providencia.

ISBN: 978-956-09428-0-7 / Depósito legal: 310637

Se terminó de imprimir esta edición de 450.070 ejemplares en el mes de diciemmbre del año 2019.

Impreso por Quilicura impresores.

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del "Copyright", bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución en ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo público.

ÍNDICE

FÍSICA 1.º MEDIO

UNIDAD 1: ¿De qué manera se relacionan las ondas con el sonido? ... 4

Lección 1: Descubriendo las ondas en nuestro entorno ... 6
¿Qué es una onda? ... 6
¿De qué manera se manifiestan las ondas? ... 8
¿Cómo caracterizamos una onda? ... 10
¿Cuáles son las propiedades de las ondas? ... 12
Investigación paso a paso ... 15

Lección 2: El sonido es parte de nuestro mundo ... 16
¿Qué es el sonido? ... 16
¿De qué manera percibimos el sonido? ... 18
¿Qué sonidos podemos percibir? ... 20
¿Qué características tiene el sonido? ... 22
¿Cuáles son las propiedades de las ondas sonoras? ... 24
¿Qué aplicaciones tienen las ondas sonoras? ... 29
Investigación paso a paso ... 30
Síntesis y evaluación ... 32

UNIDAD 2: ¿Cómo se relacionan las ondas con la luz? ... 34

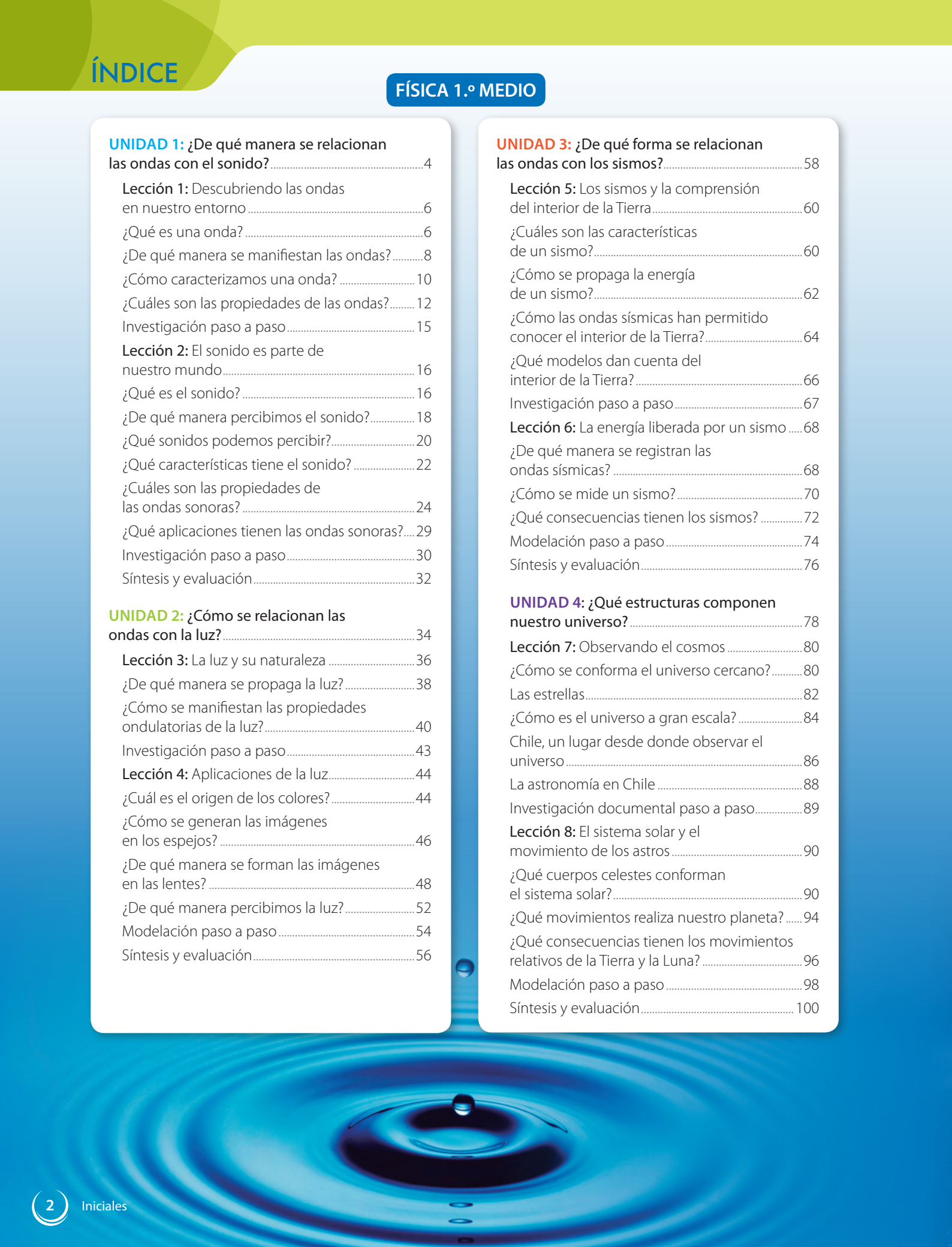
Lección 3: La luz y su naturaleza ... 36
¿De qué manera se propaga la luz? ... 38
¿Cómo se manifiestan las propiedades ondulatorias de la luz? ... 40
Investigación paso a paso ... 43
Lección 4: Aplicaciones de la luz ... 44
¿Cuál es el origen de los colores? ... 44
¿Cómo se generan las imágenes en los espejos? ... 46
¿De qué manera se forman las imágenes en las lentes? ... 48
¿De qué manera percibimos la luz? ... 52
Modelación paso a paso ... 54
Síntesis y evaluación ... 56

UNIDAD 3: ¿De qué forma se relacionan las ondas con los sismos? ... 58

Lección 5: Los sismos y la comprensión del interior de la Tierra ... 60
¿Cuáles son las características de un sismo? ... 60
¿Cómo se propaga la energía de un sismo? ... 62
¿Cómo las ondas sísmicas han permitido conocer el interior de la Tierra? ... 64
¿Qué modelos dan cuenta del interior de la Tierra? ... 66
Investigación paso a paso ... 67
Lección 6: La energía liberada por un sismo ... 68
¿De qué manera se registran las ondas sísmicas? ... 68
¿Cómo se mide un sismo? ... 70
¿Qué consecuencias tienen los sismos? ... 72
Modelación paso a paso ... 74
Síntesis y evaluación ... 76

UNIDAD 4: ¿Qué estructuras componen nuestro universo? ... 78

Lección 7: Observando el cosmos ... 80
¿Cómo se conforma el universo cercano? ... 80
Las estrellas ... 82
¿Cómo es el universo a gran escala? ... 84
Chile, un lugar desde donde observar el universo ... 86
La astronomía en Chile ... 88
Investigación documental paso a paso ... 89
Lección 8: El sistema solar y el movimiento de los astros ... 90
¿Qué cuerpos celestes conforman el sistema solar? ... 90
¿Qué movimientos realiza nuestro planeta? ... 94
¿Qué consecuencias tienen los movimientos relativos de la Tierra y la Luna? ... 96
Modelación paso a paso ... 98
Síntesis y evaluación ... 100



FÍSICA 2.º MEDIO

UNIDAD 5: ¿Cómo han evolucionado los modelos del universo? 102

Lección 9: De la observación al modelo 104
El modelo de Aristóteles 105
El modelo geocéntrico de Ptolomeo 106
Copérnico y el heliocentrismo 107
Camino al modelo actual del universo 108
La teoría del Big Bang: una cronología del universo 110
Modelación paso a paso 115

Lección 10: La capacidad descriptiva y predictiva de los modelos 116
Las leyes de Kepler: primera ley 117
La ley de gravitación universal 120
¿Cómo las leyes de Kepler y de la gravitación de Newton están presentes en el universo? 122
Investigación paso a paso 124
Síntesis y evaluación 126

UNIDAD 6: ¿De qué manera se describen los movimientos? 128

Lección 11: El movimiento relativo 130
¿Qué es un sistema de referencia? 131
¿Qué parámetros se usan para describir el movimiento? 132
La relatividad del movimiento 134
Investigación paso a paso 135

Lección 12: El movimiento rectilíneo 136
La rapidez y la velocidad en el movimiento rectilíneo 136
¿Qué es el movimiento rectilíneo uniforme MRU? 138
¿Qué es la aceleración y cómo está presente en los movimientos rectilíneos? 140
¿Qué es el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado MRUA? 142
La caída libre y el lanzamiento vertical 144
Investigación paso a paso 146
Síntesis y evaluación 148

UNIDAD 7: ¿Cómo las fuerzas están presentes en nuestro entorno? 150

Lección 13: Las fuerzas y sus efectos 152
¿Qué es una fuerza? 152
¿Qué fuerzas existen en nuestro entorno? 154
La fuerza neta 158
Los principios de Newton 160
Investigación paso a paso 163

Lección 14: La cantidad de movimiento y su conservación 164
El impulso sobre un cuerpo 164
La cantidad de movimiento 166
La conservación de la cantidad de movimiento 168
Investigación paso a paso 170
Síntesis y evaluación 172

UNIDAD 8: ¿Cómo el trabajo y la energía se manifiestan en nuestro mundo? 174

Lección 15: ¿Qué son el trabajo y la potencia mecánica? 176
El trabajo mecánico 176
¿De qué manera se puede determinar el trabajo mecánico? 178
El trabajo mecánico y la fuerza peso 180
La potencia mecánica 182
Investigación paso a paso 183

Lección 16: ¿En qué formas se manifiesta la energía mecánica? 184
La energía cinética 186
La energía potencial gravitatoria 188
La energía potencial elástica 189
La energía mecánica y su conservación 190
La disipación de la energía mecánica 194
Conservación de la energía y del momentum 195
Investigación paso a paso 196
Síntesis y evaluación 198

Solucionario 200
Glosario 204
Índice temático 206
Bibliografía 208

En el Texto del Estudiante, se utilizarán de manera inclusiva términos como: "los estudiantes", "los profesores", "los padres", "los hijos", "los apoderados", "los jóvenes" y otros que refieren a hombres y mujeres.

Al lo largo del Texto encontrarás códigos QR, para acceder a sitios y páginas sugeridas. También lo puedes hacer, ingresando los códigos como "F1003", en la página www.codigos-educativos.cl

Unidad 1

¿DE QUÉ MANERA SE RELACIONAN LAS ONDAS CON EL SONIDO?









- ¿Qué manifestaciones de la energía distingues en las imágenes?
- ¿Qué tienen en común los fenómenos presentados en estas páginas?

Lección

1 DESCUBRIENDO LAS **ONDAS** EN NUESTRO ENTORNO



Materiales: cinta adhesiva y palitos de helado (mínimo 10).

Para comenzar

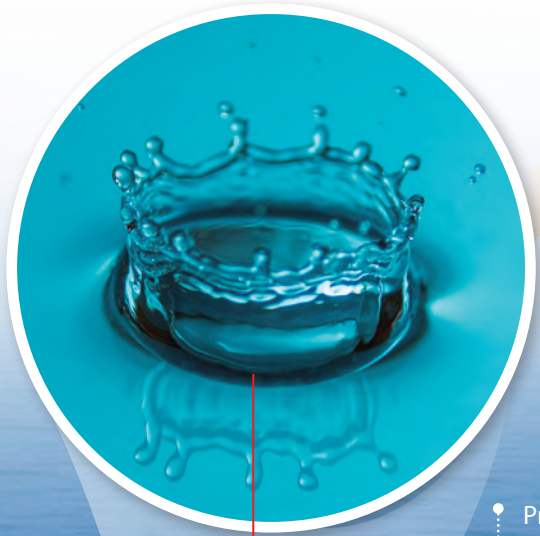


Con los materiales, arma el montaje de la imagen (procura que la cinta quede tensa). Luego, perturba uno de los palitos y observa.

- Describe de qué manera se propagó la perturbación.
- ¿Qué es lo que se propaga a través de la cinta?

¿Qué es una onda?

Al arrojar una piedra al agua, su energía es transferida a este medio. El impacto inicial genera un **pulso** en el agua.



El lugar de la perturbación se denomina **foco**.



Producto de la perturbación, el agua comienza a vibrar (oscilar) y, con ello, se genera un **tren de pulsos** que se propagan en ella.



Posteriormente, la serie de pulsos concéntricos se alejan del foco, perdiendo energía a medida que lo hacen. En esta situación, podemos distinguir un fenómeno en el cual se transporta energía, pero no materia, al que denominaremos **onda**.

Actividad



Consigan una pelotita de plumavit y una fuente con agua. Dejen la pelotita en el agua, tal como se ve en la fotografía.

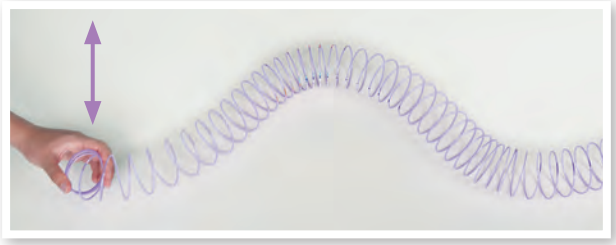


Perturben el agua, haciendo pulsos regulares en ella. Observen la pelotita.

- ¿De qué manera se movió la pelotita? Describan.
- ¿Qué formas y transformaciones de la energía distinguen en la situación?

¿De qué maneras se manifiestan las ondas?

Actividad



Consigue un resorte tipo *slinky*. Luego, fija uno de sus extremos y agítalo, tal como se muestra en la fotografía.



Ahora, hazlo vibrar de manera similar a como se ve en la imagen. ¿Qué diferencias y similitudes encuentras en ambas situaciones?

Las ondas pueden manifestarse de diferentes maneras, tal como veremos a continuación.



Duración

Según la duración, una onda se puede clasificar como un **pulso** cuando es una única perturbación la que se transmite (gota de agua), o como una **onda periódica** cuando son una serie de pulsos regulares en el tiempo, como el sonido de una nota musical.

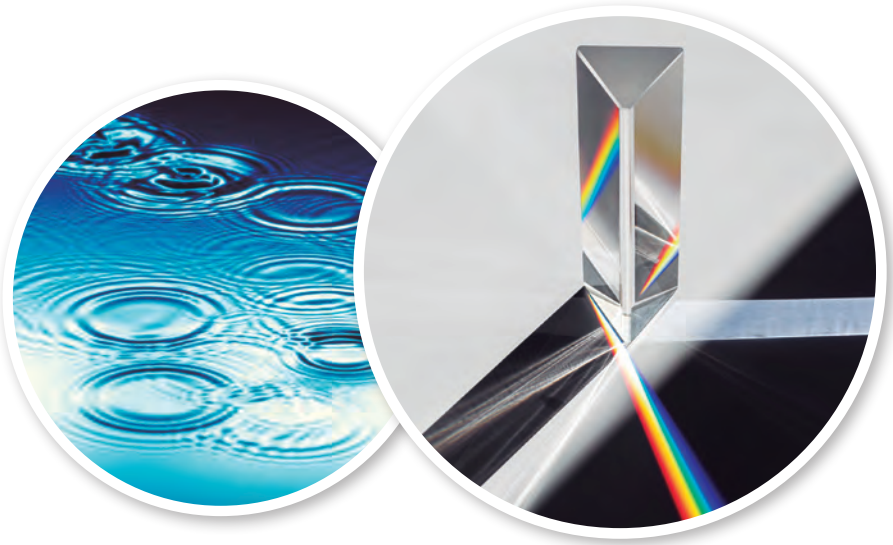
Modo de vibración

Según la manera que vibra, una onda se puede clasificar como **transversal** cuando las partículas del medio vibran perpendicularmente a la dirección de propagación de los pulsos (cuerda), y como **longitudinal** cuando las partículas del medio vibran en la misma dirección de propagación de los pulsos (resorte).



Medio de propagación

Toda onda que requiere de un medio material para su propagación, como una perturbación en el agua, se denomina **onda mecánica**. Las **ondas electromagnéticas**, aparte de viajar en medios materiales, también lo pueden hacer en el vacío, como la luz.





Límites

Las ondas que se pueden propagar de forma libre y en una región no limitada, como el sonido, se denominan **viajeras**. Existen ondas que quedan confinadas a una región del espacio, como la vibración de la cuerda de una guitarra. Estas se denominan **estacionarias**.

Dimensión

Las ondas que se propagan en una dirección, como en un resorte, se llaman **unidimensionales**; las que se transmiten en dos direcciones, como en la superficie del agua, **bidimensionales**, y las que se propagan en el espacio, como la luz, **tridimensionales**.



Actividad

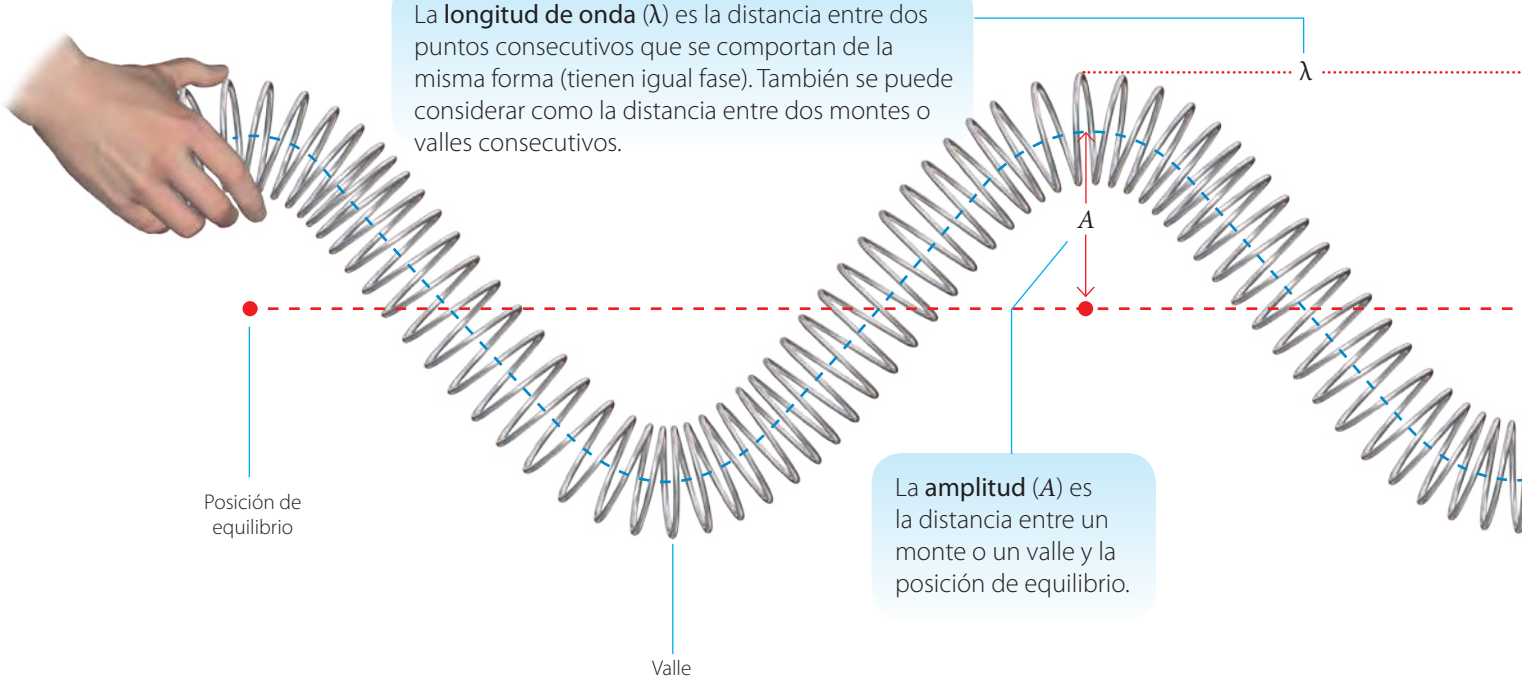
Construyan una tabla y clasifiquen todas las ondas representadas en las imágenes según los criterios presentados en estas páginas.

F1P009

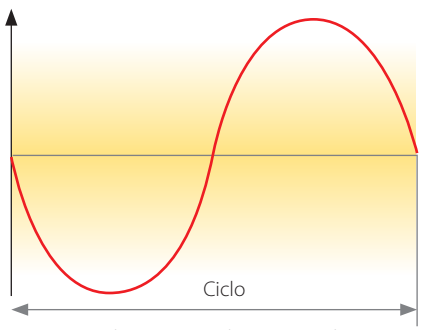
¿Cómo caracterizamos una onda?

En las páginas anteriores estudiamos que las ondas se manifiestan de diferentes maneras; sin embargo, todas ellas tienen características comunes, tal como se señala a continuación.

La **longitud de onda** (λ) es la distancia entre dos puntos consecutivos que se comportan de la misma forma (tienen igual fase). También se puede considerar como la distancia entre dos montes o valles consecutivos.



La **amplitud** (A) es la distancia entre un monte o un valle y la posición de equilibrio.



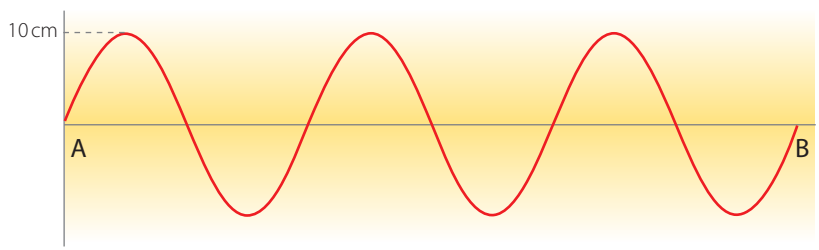
Un ciclo es una oscilación completa.

El **período** (T) es el tiempo que tarda en producirse un ciclo.

$$T = \frac{\text{Tiempo}}{\text{N° de ciclos}}$$

Se mide en segundos (s).

Actividad



Analiza el gráfico que representa una onda periódica que tarda 5 s en ir de A hasta B.

- ¿Cuántos ciclos realiza?
- ¿De qué manera puedes determinar su período y frecuencia?

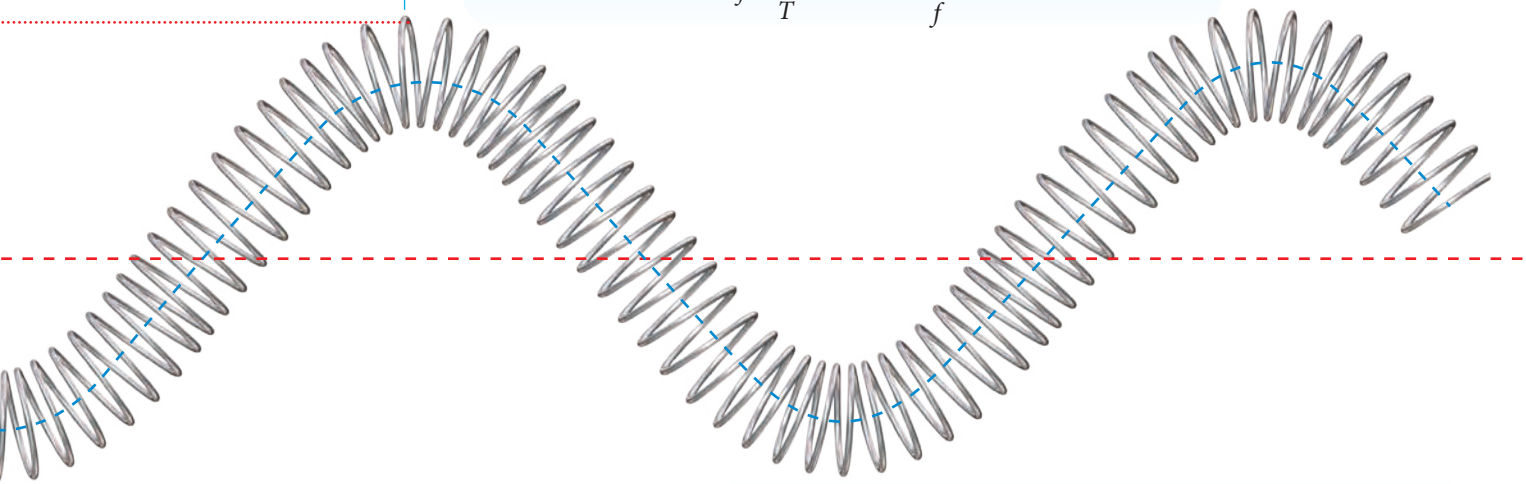
La **frecuencia** (f) es el número de ciclos que efectúa una onda por unidad de tiempo.

$$f = \frac{\text{Ciclos}}{\text{Tiempo}}$$

En el Sistema Internacional de Unidades (SI) se mide en hertz (Hz) y que corresponde a $\frac{1}{\text{s}}$ o s^{-1}. También se puede expresar como:

$$f = \frac{1}{T} \quad \Rightarrow \quad T = \frac{1}{f}$$

F1P011



La **rapidez de propagación de una onda** (v) relaciona la distancia recorrida por ella (longitud de onda) con el tiempo que tarda en hacerlo (período). Se representa por:

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

Si $T = \frac{1}{f}$, entonces la rapidez es $v = \lambda \cdot f$ (en el SI se mide en m/s).

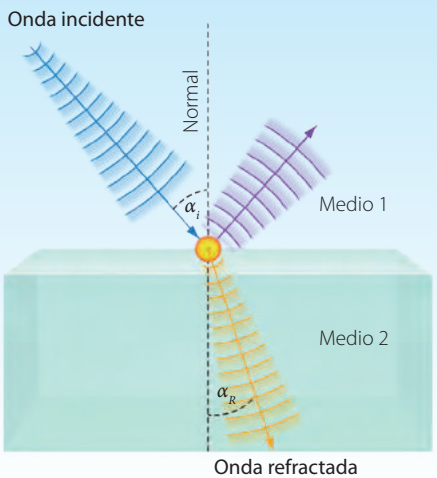
La física con algo de humor



¿Cuáles son las propiedades de las ondas?

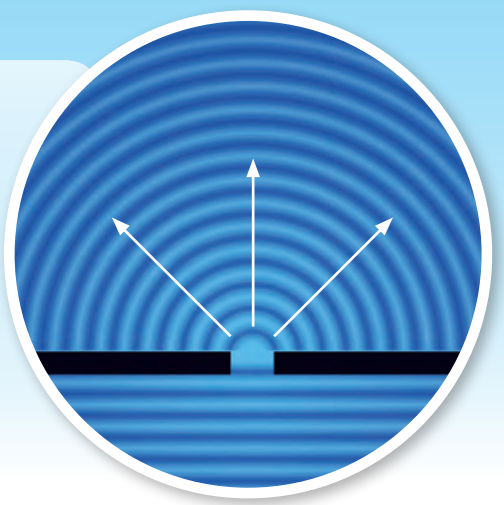
Para analizar algunas propiedades de las ondas, prestemos atención a ciertos fenómenos que ocurren en nuestro entorno.

La **refracción** sucede cuando una onda viajera, como el sonido o la luz, pasa de un medio a otro que posee diferente densidad. Producto de esto, experimenta un cambio en su velocidad y, en consecuencia, en su dirección, tal como se ve en el rayo de luz que ingresa al agua (observa también el esquema de la derecha). Es importante señalar que siempre que hay refracción, también se produce reflexión.

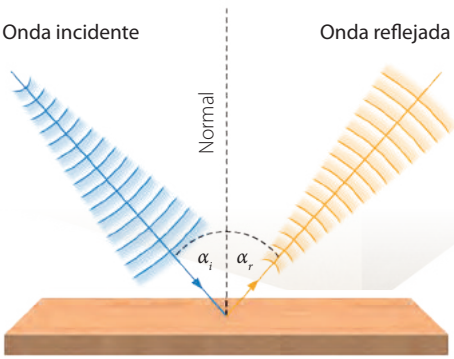


F1P012

La **difracción** de una onda ocurre cuando un frente de ondas atraviesa una abertura. Es más notoria cuando esta última es de dimensiones similares a la longitud de onda. Al pasar por ella, se produce un nuevo foco emisor, desde donde la onda se propaga en múltiples direcciones. En la imagen se representa la difracción cuando el oleaje atraviesa la abertura en la roca.



La **reflexión** se produce cuando una onda incide en el límite que separa dos medios. Producto de lo anterior, parte de ella retorna al medio original.



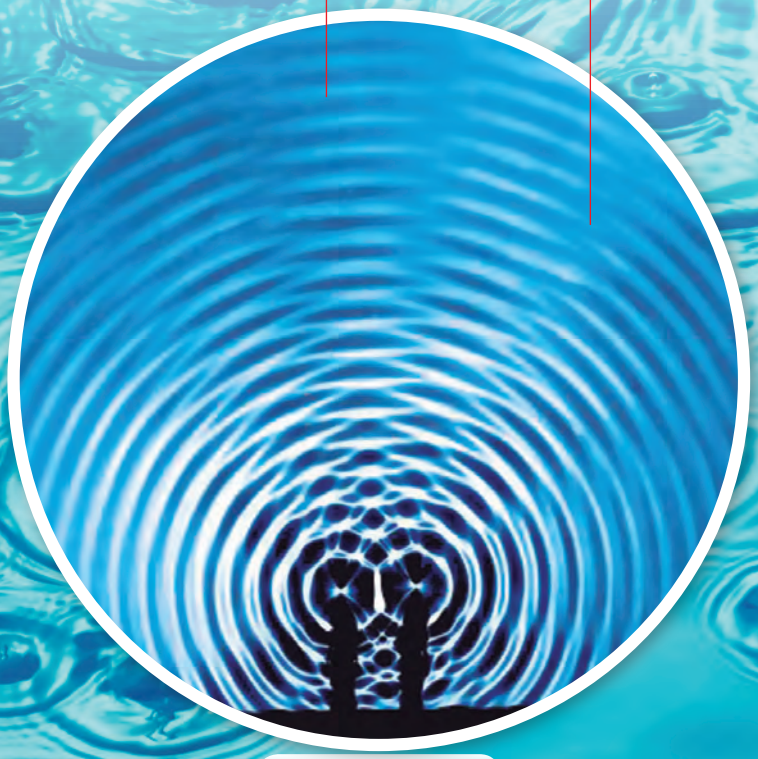
→ Si una onda incide en un ángulo (α_i), esta es reflejada en un ángulo de igual medida (α_r) respecto de una recta normal.

Actividad

- ¿En qué otros fenómenos cotidianos distingues las propiedades de las ondas?
- ¿Qué sucedería si las ondas lumínicas no se refractaran? Propón un escenario hipotético.

Superposición de ondas

Cuando una serie de ondas, como perturbaciones en el agua, interactúan entre sí, entonces se generan cruces entre ellas. En esta situación podemos hablar de **superposición de ondas**.

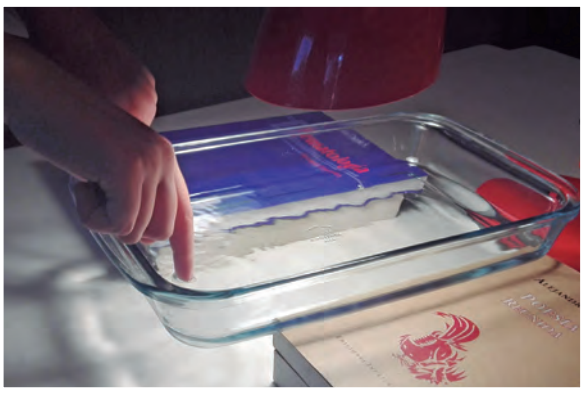


Si ondas del mismo tipo se superponen, se puede generar un fenómeno conocido como **interferencia**. En las zonas donde las ondas se potencian (o suman), se produce **interferencia constructiva**, y en donde se anulan, **interferencia destructiva**.

Actividad



Consigan una cubeta transparente con agua, libros y una lámpara.



Pongan en alto la fuente e ilumínenla desde arriba. Luego, empleando los dedos, hagan pulsos regulares en el agua. Observen los patrones generados.

- ¿Qué fenómeno se produce?, ¿cómo lo saben?
- ¿Qué modificaciones le harían al experimento para observar difracción?

¿De qué manera se relacionan las ondas con la energía?

Paso 1 Planteo una hipótesis

Respecto de la pregunta formulada inicialmente, planteen una hipótesis.

Paso 2 Planifico y ejecuto una investigación



Consigan un recipiente, *film* plástico, arroz, la tapa de una olla, una cuchara y un silbato.



Tensen el *film* sobre el recipiente y pongan el arroz sobre él. Golpeen con fuerza la tapa de la olla y observen.



← Hagan sonar el silbato con fuerza.

Paso 3 Organizo y analizo los resultados

a. ¿Qué formas de energía se manifestaron en la situación?

b. ¿Qué transformaciones de la energía se observaron?, ¿qué evidencias tienen de aquello?

Paso 4 Concluyo y comunico

a. ¿De qué manera las ondas y la energía están relacionadas?

b. ¿Qué otros materiales les hubieran servido para la actividad?

c. ¿De qué forma comunicarían su investigación?

DESAFÍO

¿Cómo se podría observar interferencia en ondas que viajan en una cuerda? Investiguen y propongan un experimento.

Lección 2

EL **SONIDO** ES PARTE DE NUESTRO MUNDO



Materiales: una botella o un tubo de ensayo y una banda elástica.

Para comenzar



Sopla en el extremo del tubo. Pon mucha atención a lo que sucede.



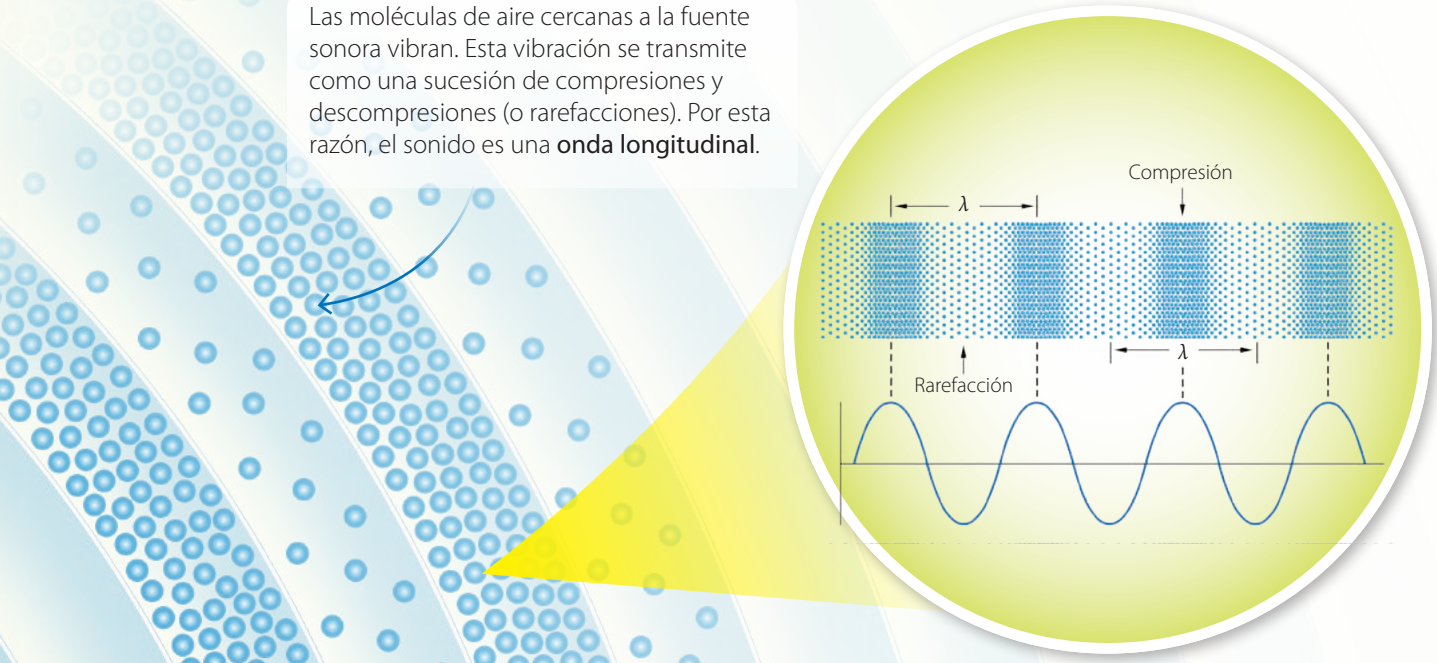
Tensa el elástico y hazlo vibrar. ¿Qué sucedió en ambos casos? Describe. ¿Qué tienen en común las dos situaciones?

¿Qué es el sonido?



El sonido se origina por la vibración de un objeto, como las cuerdas de una guitarra, y puede ser entendido como un frente de ondas esférico que se propaga por un medio físico, como el aire o el agua.

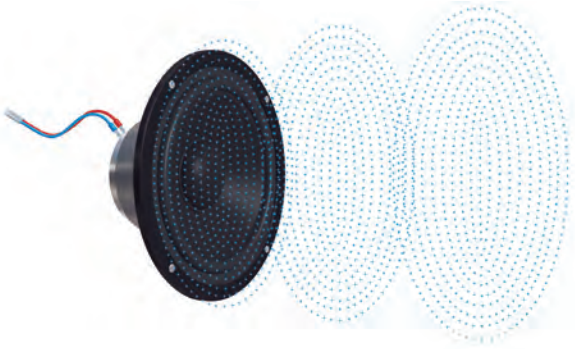
Las moléculas de aire cercanas a la fuente sonora vibran. Esta vibración se transmite como una sucesión de compresiones y descompresiones (o rarefacciones). Por esta razón, el sonido es una **onda longitudinal**.



↑ Al representar una onda sonora, los montes del gráfico deben coincidir con las zonas de compresión, y los valles, con las de rarefacción. Es importante señalar que esta manera de representar una onda es convencional, por lo que podría considerarse al revés.

Fuentes sonoras

Todo objeto material que vibre puede, eventualmente, ser una fuente sonora, como una moneda que cae al suelo, un parlante, un instrumento musical o la voz humana, entre muchas otras.



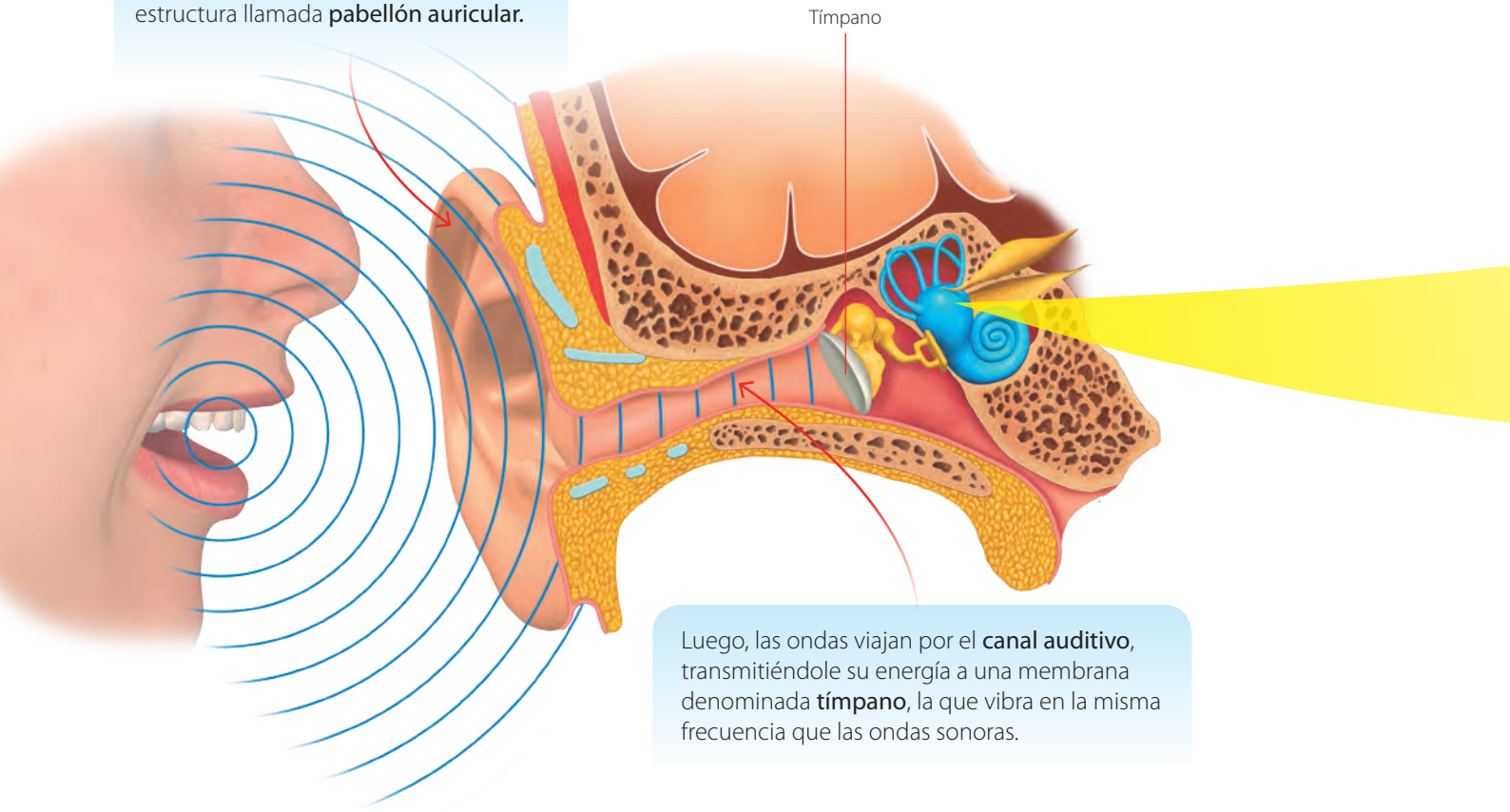
En un audífono o radio, la energía eléctrica es transformada en mecánica cuando vibra la membrana del parlante.



En la voz humana se produce la vibración de una serie de replieges musculares, conocidos como cuerdas vocales.

¿De qué manera percibimos el sonido?

Las ondas sonoras son captadas por una estructura llamada **pabellón auricular.**



Luego, las ondas viajan por el **canal auditivo**, transmitiéndole su energía a una membrana denominada **tímpano**, la que vibra en la misma frecuencia que las ondas sonoras.

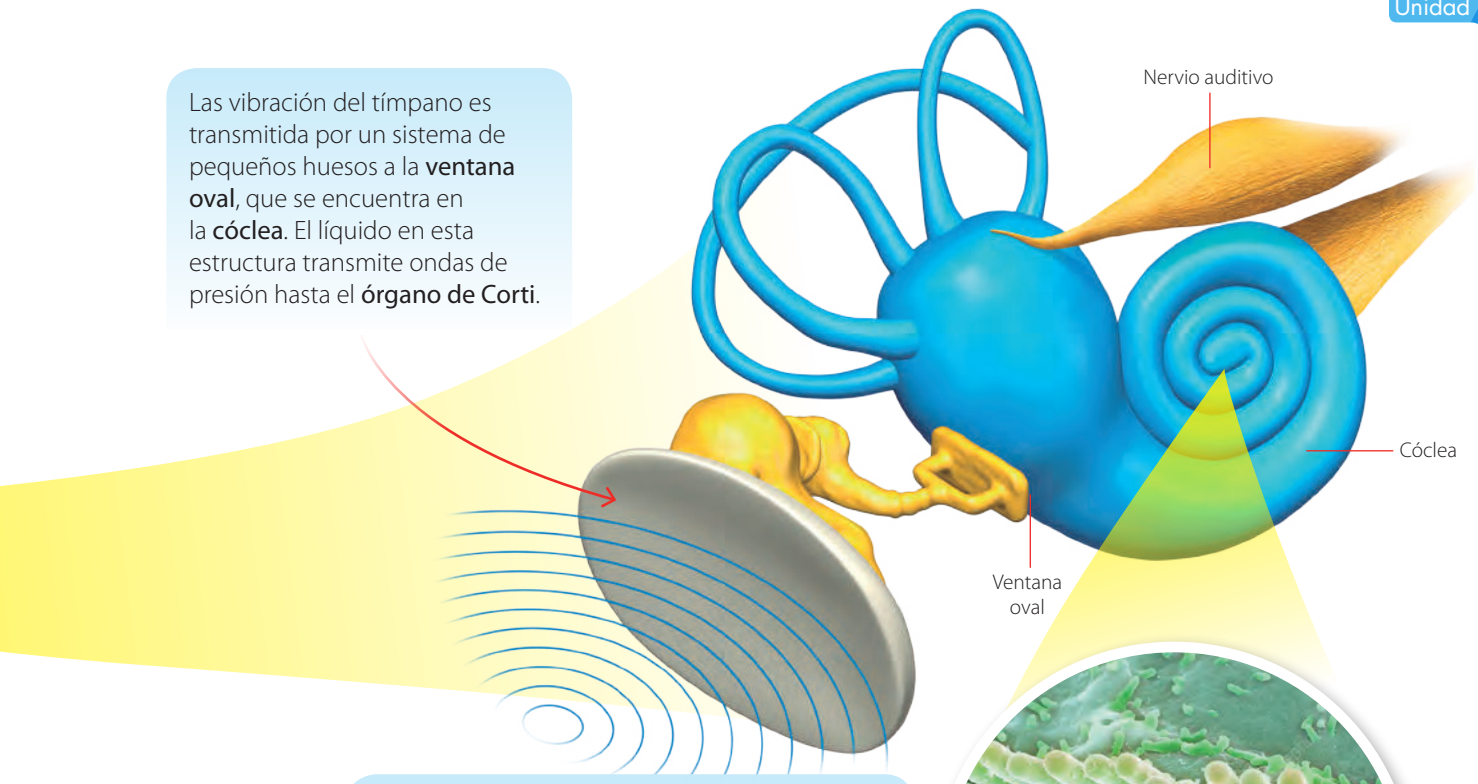
Tecnologías correctivas de la audición



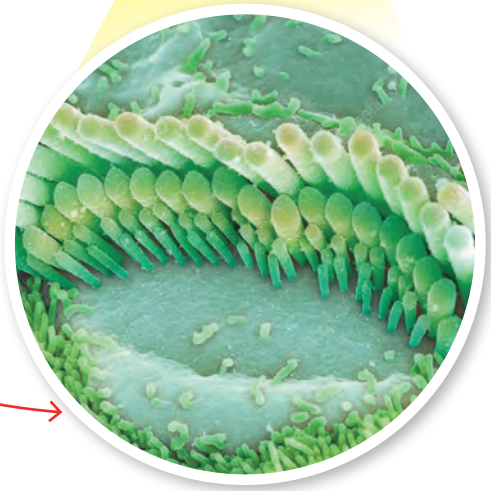


A medida que una persona envejece, pierde su capacidad auditiva, dado que las células ciliadas se mueren de forma progresiva. Una manera de compensar esta pérdida auditiva, es emplear un **audífono**, el que amplifica las ondas sonoras, mediante energía eléctrica.

Las vibración del tímpano es transmitida por un sistema de pequeños huesos a la **ventana oval**, que se encuentra en la **cóclea**. El líquido en esta estructura transmite ondas de presión hasta el **órgano de Corti**.

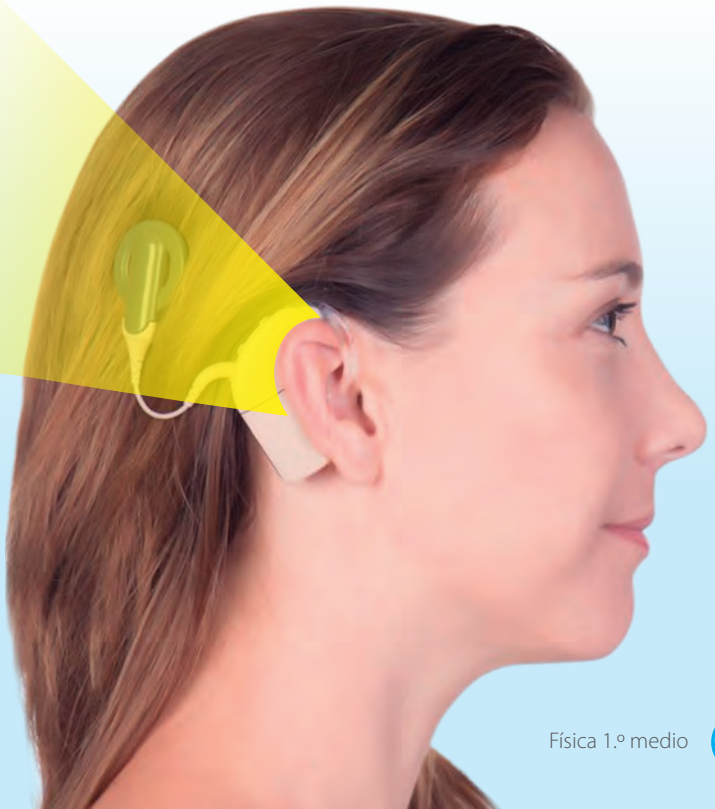


Las vibraciones del órgano de Corti son transmitidas a una serie de células especializadas denominadas **células ciliadas**, que transforman la vibración en señales que viajan por el **nervio auditivo** hasta el cerebro.





El **implante coclear** es un dispositivo electrónico que estimula el nervio auditivo y lo hace mediante una prótesis que se fija al cráneo, un micrófono y un microprocesador, y electrodos que se implantan en la cóclea. Es uno de los sistemas más eficientes en la solución problemas de audición asociados al oído interno. Idealmente debe ser instalado a temprana edad.



¿Qué sonidos podemos percibir?

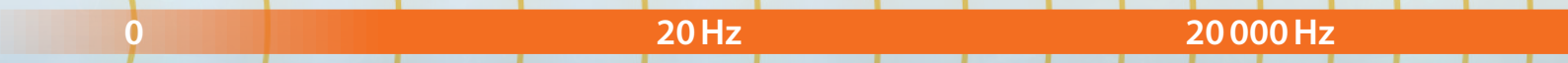
En la naturaleza, no todos los animales perciben las mismas frecuencias sonoras. Los sonidos cuyas frecuencias son inferiores a los 20 Hz, se denominan **infrasonidos** y los superiores a 20 000 Hz (20 kHz), **ultrasonidos**.



Los elefantes pueden percibir frecuencias menores de 20 Hz.



Convencionalmente, el ser humano puede percibir sonidos entre los 20 Hz y los 20 kHz, aunque este rango varía de persona a persona y con la edad.





CeluLab



Descarguen en su celular, una aplicación de libre uso de un generador de frecuencias sonoras.



Empleando audífonos, señalen cuál es la menor y cuál la mayor frecuencia que pueden oír. Intercambien roles. ¿Por qué con la edad se pierde inicialmente la capacidad de oír los sonidos agudos? Investiguen.



Los gatos pueden detectar frecuencias sonoras de entre los 30 Hz y los 50 kHz.



Algunas especies de polillas pueden llegar a percibir ondas sonoras de 300 kHz.

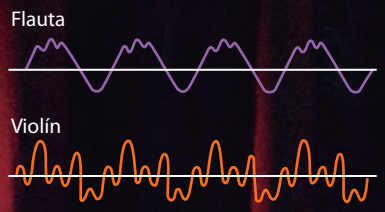
50 000 Hz **300 000 Hz**

Los delfines, así como otros cetáceos, utilizan ondas de ultrasonido para cazar a sus presas. El sistema que emplean se denomina **ecolocalización**.

¿Qué características tiene el sonido?

Al escuchar una orquesta, es posible reconocer todas las características del sonido. Tal como veremos a continuación.

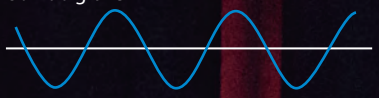
El **timbre** es la característica del sonido que nos permite reconocer entre diferentes instrumentos o la voz de una determinada persona.



En los gráficos, se muestra la misma nota musical emitida por la flauta y el violín. La diferencia entre ellos, se relaciona con la composición armónica de cada uno.

El **tono** de un sonido, se refiere a cuán agudo o grave es este. Por ejemplo, cuando la violoncelista cambia de cuerdas, puede variar entre notas graves y agudas.

Sonido grave



Sonido agudo



Físicamente, la frecuencia de un sonido agudo es mayor, en relación con un sonido grave. Tal como se muestra en los gráficos.

La **intensidad**, es la característica que nos permite reconocer cuándo un sonido es "fuerte" o "débil".

Sonido menos intenso



Sonido más intenso



El gráfico de una onda sonora intensa, tiene mayor amplitud que una menos intensa.

CeluLab

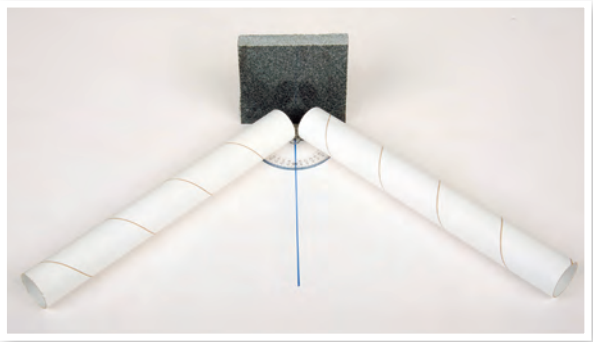


La **contaminación acústica** es el exceso de sonido o ruido que hay en un ambiente. Para medirla, se emplea un instrumento llamado sonómetro, el cual registra la intensidad en unidades conocidas como decibeles (dB).

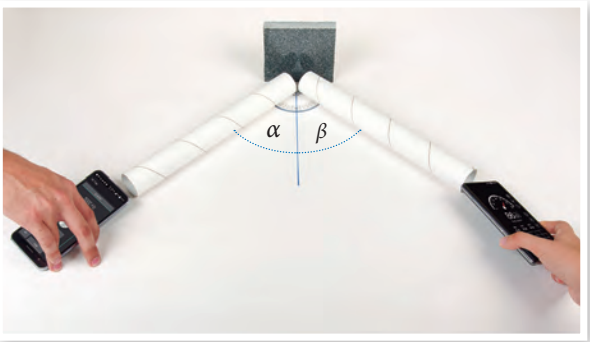
Descarguen en su celular una aplicación de sonómetro. Luego, midan y registren el nivel de intensidad sonora de su sala de clases y de su hogar y compárenlo con el máximo sugerido por la OMS (80 dB). ¿Qué consecuencias tiene para la salud de las personas la exposición prolongada al ruido?

¿Cuáles son las propiedades de las ondas sonoras?

Actividad

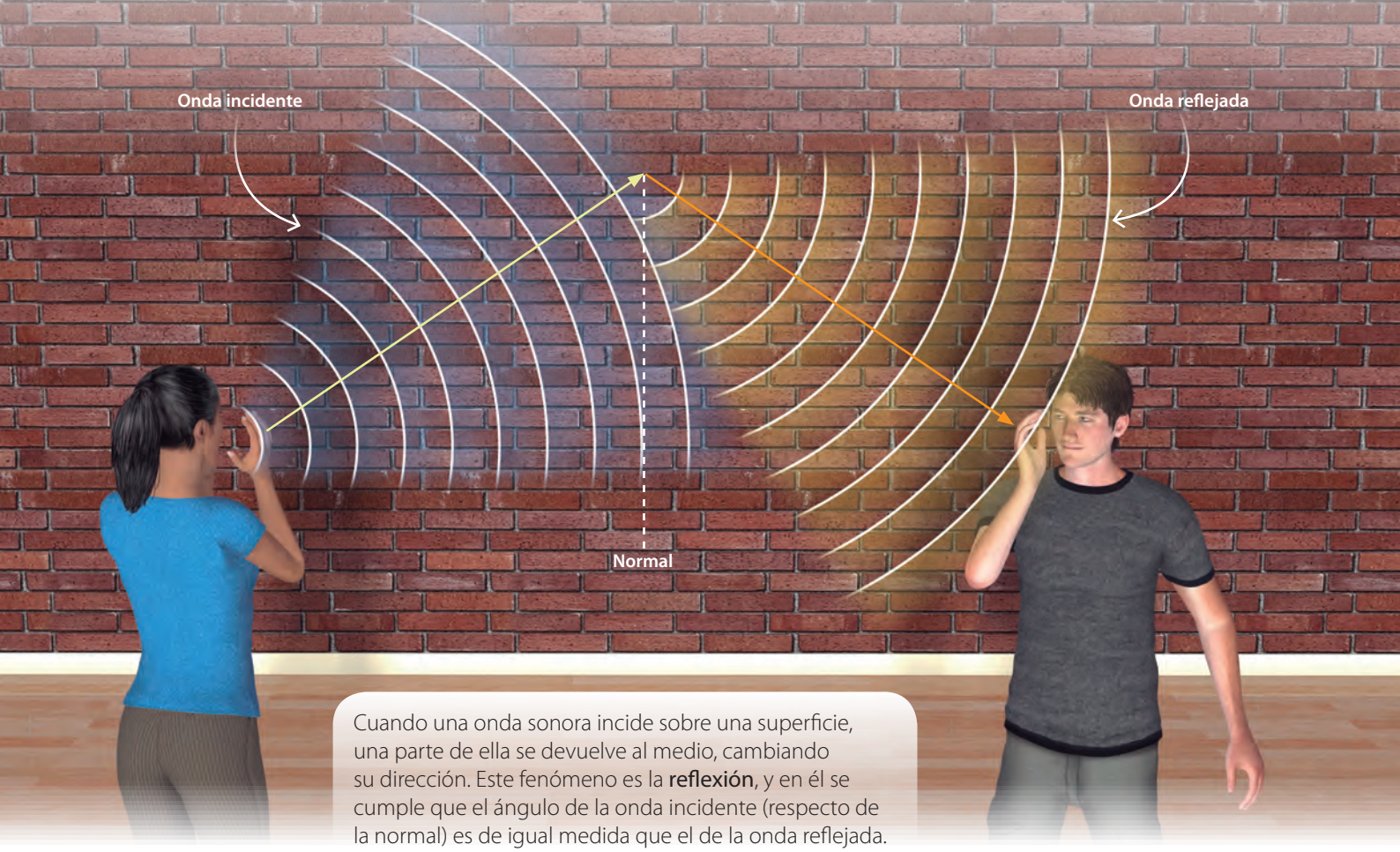


Reúnan dos tubos de cartón de 30 cm de largo, una superficie cerámica, dos teléfonos celulares y un transportador. Armen el montaje de la fotografía.



Con un celular, emitan un sonido de intensidad constante. Con el otro, midan la intensidad sonora (usen el sonómetro). Prueben con: ($\alpha = 20°$; $\beta = 30°$), ($\alpha = 10°$; $\beta = 40°$) y ($\alpha = 45°$; $\beta = 45°$) ¿Para qué par de ángulos se midió una mayor intensidad?

Reflexión del sonido

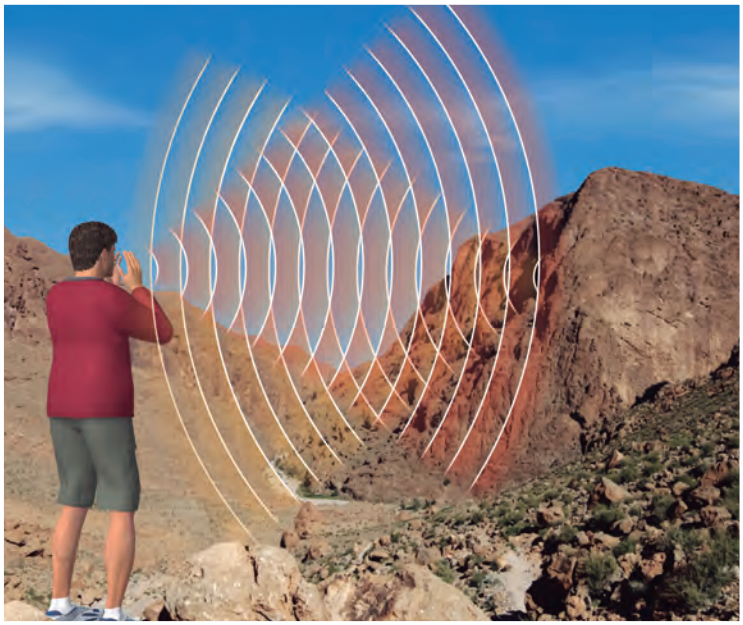


Cuando una onda sonora incide sobre una superficie, una parte de ella se devuelve al medio, cambiando su dirección. Este fenómeno es la **reflexión**, y en él se cumple que el ángulo de la onda incidente (respecto de la normal) es de igual medida que el de la onda reflejada.

El eco y la reverberación

Al emitir un sonido intenso en una zona montañosa, se puede percibir que este regresa a nuestros oídos, pero con cierto desfase de tiempo. Este fenómeno es el **eco**, y ocurre cuando la superficie en la que se refleja el sonido está lo suficientemente lejos. Otro fenómeno que se relaciona con la reflexión del sonido es la **reverberación**. Esta se origina habitualmente en recintos cerrados y de techos altos (como una iglesia o catedral) y corresponde a una persistencia del sonido después que la fuente ha dejado de emitirlo.

Algunos animales como los murciélagos emplean la reflexión del sonido y el eco (ecolocalización) para desplazarse y cazar.



Absorción del sonido

La **absorción del sonido** se produce cuando parte de la energía que transporta queda "atrapada" en la superficie sobre la que incide.



↑ En un estudio de grabación, los muros están recubiertos de un material poroso. Esto permite absorber la energía de las ondas sonoras.

Resonancia

Actividad



Posición del mondadientes



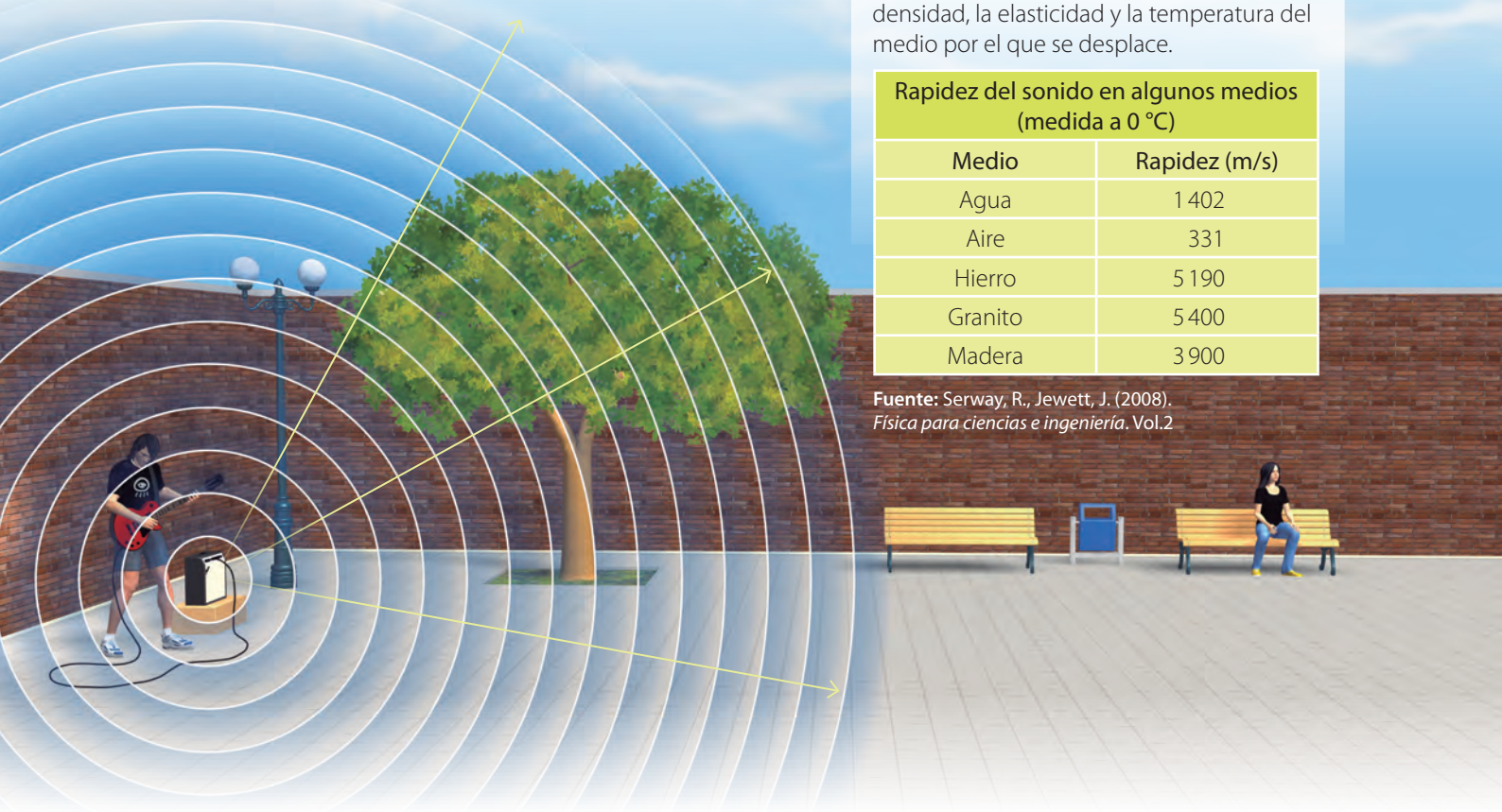
Consigan dos copas de cristal con igual cantidad de agua y un mondadientes. Ubíquenlas según la fotografía.



Humedezcan un dedo y frótenlo un par de minutos en el borde de una copa. ¿Qué observaron?

Al frotar una de las copas, esta emitió un sonido que hizo vibrar el mondadientes sobre la otra. Este fenómeno se denomina **resonancia** y ocurre cuando la **frecuencia natural** de un objeto coincide con la del otro que vibra en su cercanía (la frecuencia natural de una copa, se percibe al golpearla suavemente y oír su sonido).

Rapidez de propagación del sonido

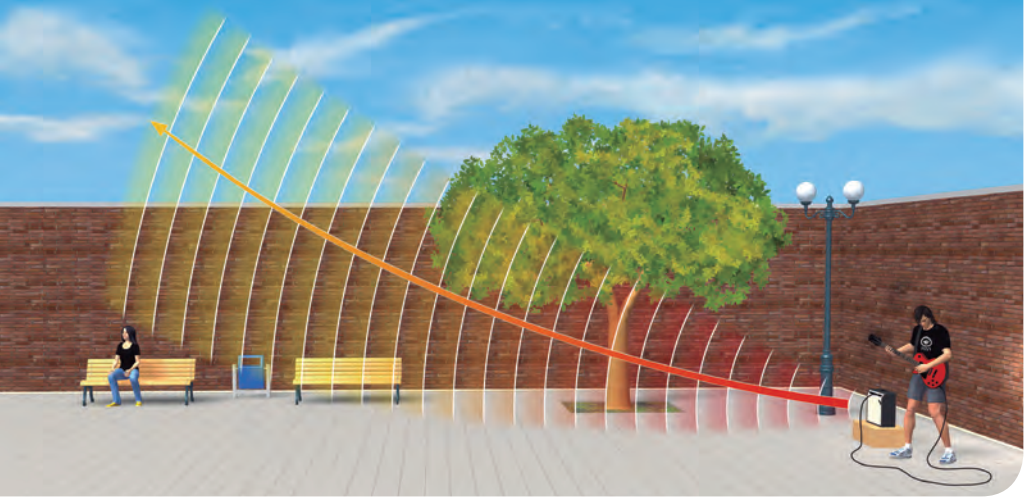


El sonido requiere de un medio material para su propagación, y su **rapidez** depende de la densidad, la elasticidad y la temperatura del medio por el que se desplace.

Rapidez del sonido en algunos medios (medida a 0 °C)

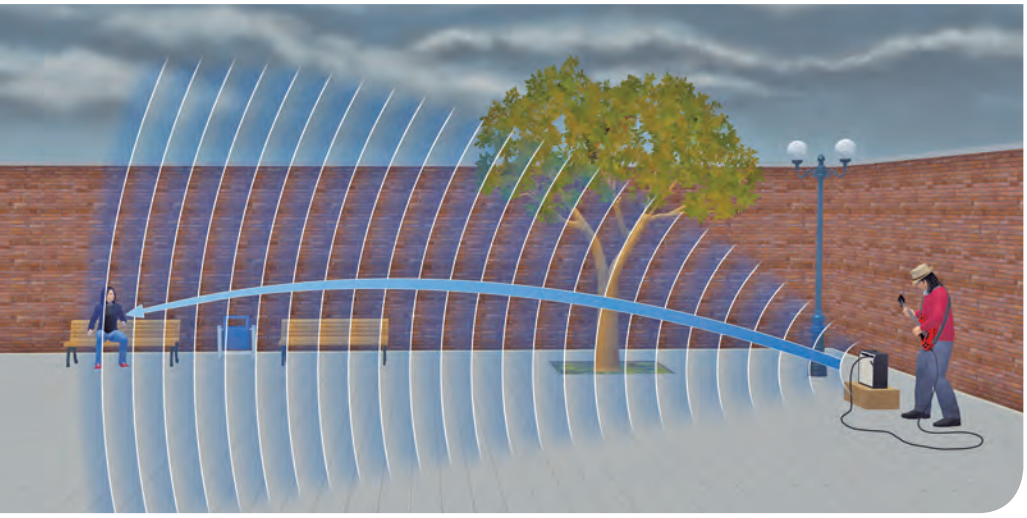
Medio	Rapidez (m/s)
Agua	1 402
Aire	331
Hierro	5 190
Granito	5 400
Madera	3 900

Fuente: Serway, R., Jewett, J. (2008). *Física para ciencias e ingeniería*. Vol.2



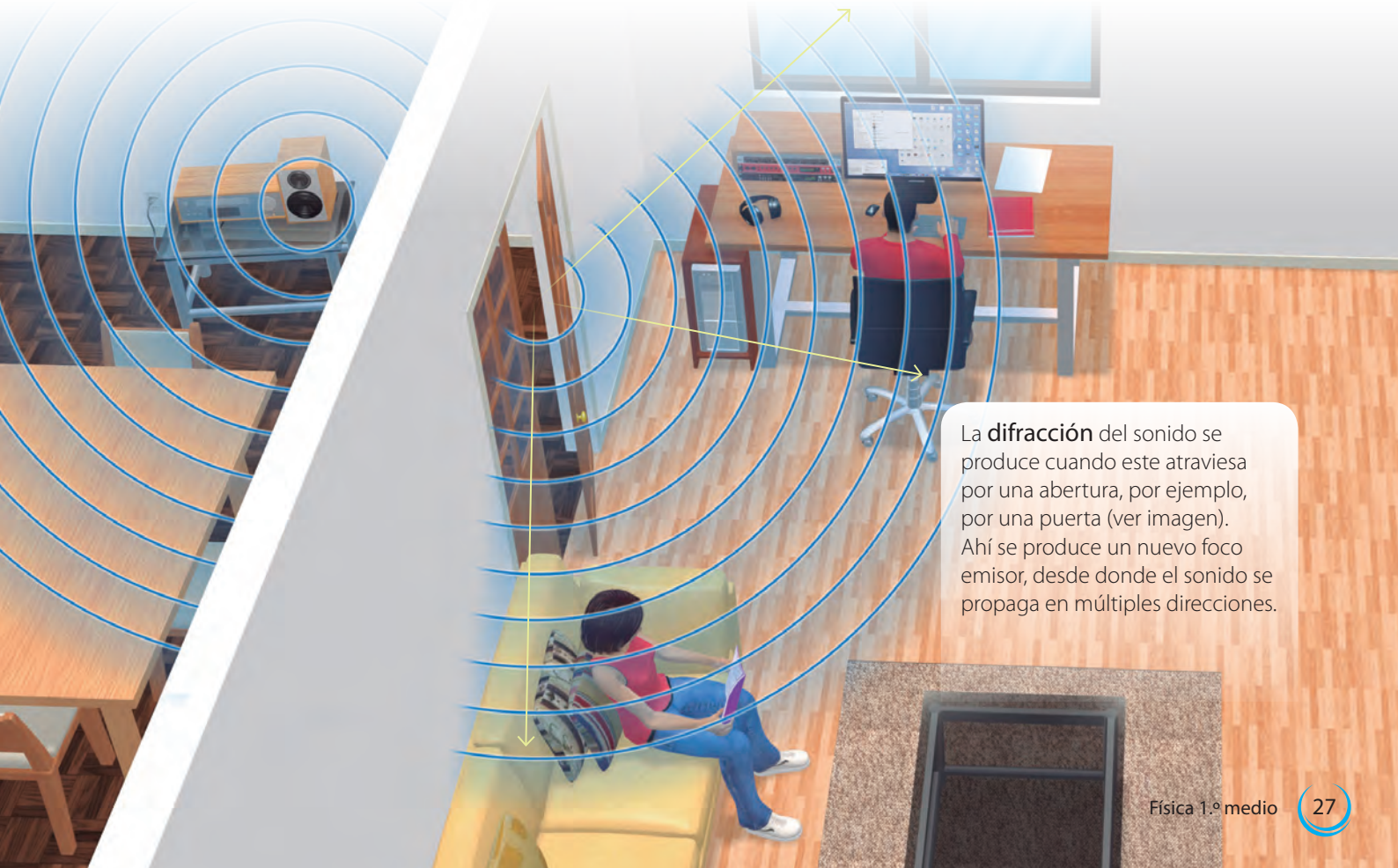
Refracción

Recordemos que la **refracción** es un cambio en la velocidad de una onda y, en consecuencia, en su dirección. En el sonido, se produce refracción cuando este atraviesa un medio cuya densidad cambia. Por ejemplo, en un día caluroso, el sonido tiende a ascender debido a que el aire cerca de la superficie es menos denso.



En un día frío, el sonido se desvía hacia abajo debido a que el aire cerca de la superficie es más denso y de menor temperatura que el aire superior.

Difracción



La **difracción** del sonido se produce cuando este atraviesa por una abertura, por ejemplo, por una puerta (ver imagen). Ahí se produce un nuevo foco emisor, desde donde el sonido se propaga en múltiples direcciones.

El efecto Doppler

Imaginemos que una fuente sonora se encuentra detenida respecto de dos receptores. La frecuencia del sonido que ambos perciben es la misma.

Ahora, si la fuente sonora se mueve, el receptor hacia el que se acerca percibirá un sonido más agudo (respecto del sonido de la fuente inmóvil). El receptor que ve alejarse la fuente, percibirá un sonido más grave. Este fenómeno es conocido como **efecto Doppler** y también puede producirse si el receptor se aleja o acerca a una fuente sonora en reposo respecto del aire (cuando no hay viento).



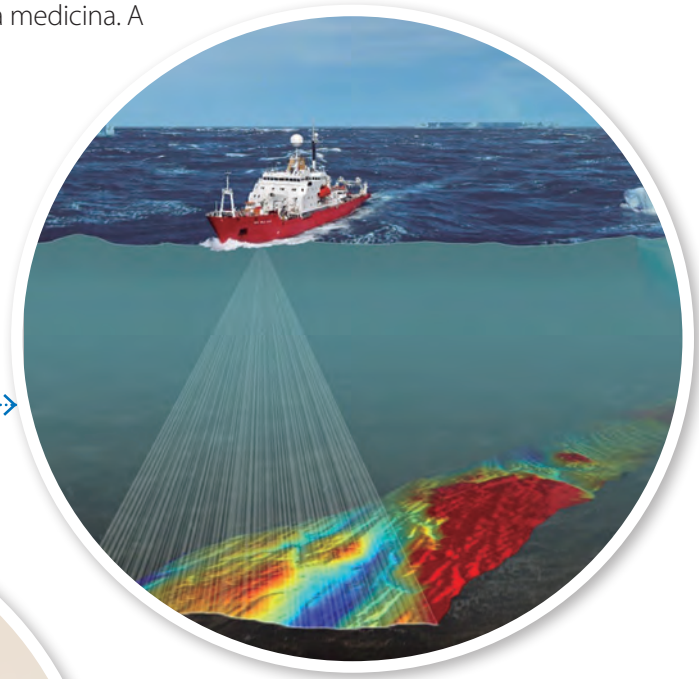
← Cuando un pato se mueve en el agua, es posible visualizar el efecto Doppler, ya que las ondas sobre esta se comprimen en el sentido en el que avanza el pato y se descomprimen en la parte posterior.

F1P028

¿Qué aplicaciones tienen las ondas sonoras?

Las ondas sonoras de infrasonido y de ultrasonido tienen múltiples aplicaciones, ya sea en la investigación, la industria y la medicina. A continuación, analizaremos algunas de ellas.

El **sonar** es un dispositivo que permite la navegación y exploración bajo el agua. Este emite ondas de infrasonido, las que se reflejan en los objetos o superficies. A partir de aquello, es posible recrear imágenes de estructuras sumergidas o del fondo oceánico.





El **ecógrafo** es un aparato que emplea ondas de ultrasonido para trazar imágenes del interior del cuerpo humano. Es muy utilizado para monitorear el desarrollo del embrión dentro de la madre.

Existen variadas **terapias de ultrasonido**. Algunas de ellas se usan en el tratamiento de la tendinitis y de problemas musculares.



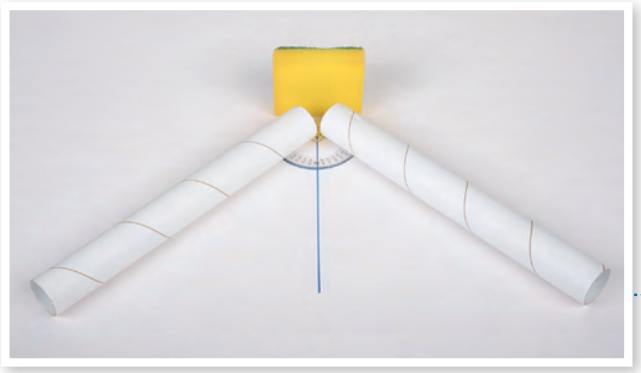
¿Qué otras aplicaciones tienen el ultrasonido y el infrasonido? Investiguen.

¿Qué materiales permiten aislar sonoramente una habitación?

Paso 1 Planteo una hipótesis

Formulen una hipótesis respecto de la pregunta planteada inicialmente.

Paso 2 Planifico y ejecuto una investigación



Con los materiales de la actividad de la página 24, realicen el montaje de la fotografía (los ángulos entre los tubos deben ser de igual medida respecto de la normal). Además, consigan superficies de cartón, madera y esponja.



↑ Con uno de los celulares emitan un sonido de intensidad constante. Midan y registren con el sonómetro la intensidad reflejada en cada caso. Repitan el procedimiento con todas las superficies.

Paso 3 Organizo y analizo los resultados

a. Para organizar sus resultados, construyan una tabla.

b. ¿Qué superficie absorbió de mejor manera el sonido?, ¿cómo lo saben?

Paso 4 Concluyo y comunico

a. ¿Qué material de los utilizados les permitiría aislar de mejor forma una habitación? Expliquen.

b. Comuniquen mediante un póster el procedimiento y las conclusiones de su investigación.

EL IMPACTO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LA SOCIEDAD

La contaminación acústica

Especialistas de la Universidad de Chile, han señalado que el ruido genera efectos que van más allá de la pérdida auditiva en las personas. Estos se relacionarían con problemas fisiológicos y psicológicos que pueden derivar en patologías graves. En tanto, la Universidad Austral, junto con el Ministerio de Medio Ambiente trabajan en la elaboración de mapas de ruido con la finalidad de reducir los niveles de contaminación sonora en determinadas zonas de nuestro país que dañan la salud de las personas.

F1P031



Estudiando el comportamiento sonoro de una tormenta

Recientemente, el físico chileno Claudio Falcón publicó un artículo en la prestigiosa revista *Physical Review Fluids*, en el que propone analizar una tormenta como si fuera una fuente sonora, similar a un gran parlante. De comprobarse su modelo, se podría estudiar y predecir el comportamiento de una tormenta sin la necesidad de acercarse peligrosamente a ella.

SÍNTESIS Y EVALUACIÓN

Para sintetizar

Las ondas y el sonido



Se percibe mediante el oído

El sonido es una onda



Se produce por

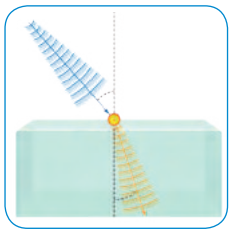


Vibraciones que transportan energía

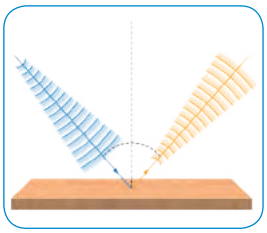
Longitudinal | Viajera | Mecánica

Algunas propiedades de las ondas sonoras son:

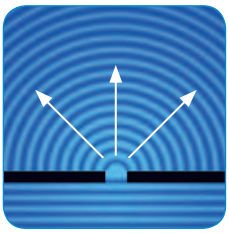
Refracción



Reflexión



Difracción



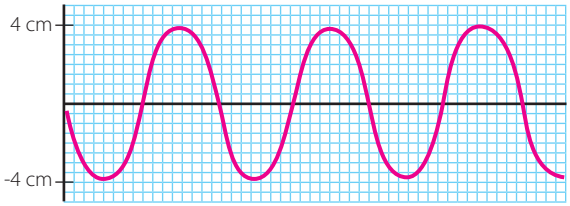
Las características del sonido son:

Tono | Timbre | Intensidad

Para saber cómo voy

Identifica

1. El gráfico representa una onda sonora.



¿Cuántos ciclos realiza y cuál es su amplitud?

Reconoce

2. ¿Qué característica del sonido te permite distinguir entre una flauta y un violín, si emiten la misma nota con igual intensidad? Fundamenta.



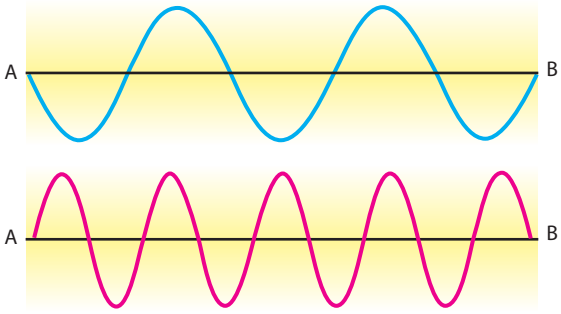
Clasifica

3. ¿Cómo clasificarías una onda sonora? Considera los criterios de la tabla.

Criterio	Tipo	
Modo de vibración.	Transversal	Longitudinal
Límites	Viajera	Estacionaria
Medio de propagación	Mecánica	Electromagnética
Dimensión	Unidimensional	Tridimensional

Compara

4. Las ondas de las imágenes, se demoran 1 s en ir de A hasta B.



Explica cuál de ellas tiene mayor frecuencia y cuál mayor período.

Explica

5. Observa la perturbación que se propaga en el agua.



¿De qué manera está presente el concepto de energía en dicha situación?

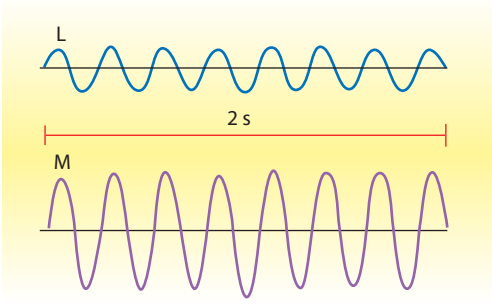
Explica

6. ¿Cómo se produce el sonido en un violín?



Analiza

7. Analiza las ondas sonoras L y M.



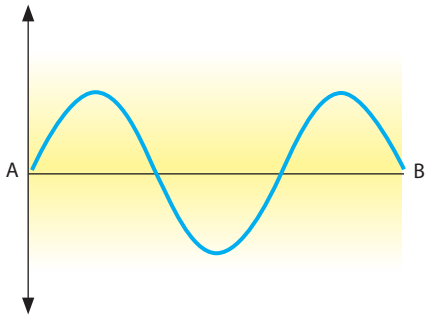
- Define los conceptos de intensidad, frecuencia y período de una onda sonora.
- ¿Cuál de la ondas es más intensa? ¿Cuál es la frecuencia y cuál es el período de cada una?

Aplica

8. Necesitas aislar sonoramente una habitación, ¿qué material emplearías para revestir los muros y porqué?

Evalúa

9. Diego sabe que para ir de A hasta B, la onda tarda 1 s.



Luego, él calcula la frecuencia y el período de esta.

$$f = \frac{\text{un ciclo}}{1\ \text{s}} = 1\ \text{Hz}$$

$$T = \frac{1}{f} = 1\ \text{s}$$

¿Está correcto? De no ser así, ¿dónde está el error?

Para cerrar

- ¿Qué aspectos puedes mejorar para los aprendizajes que vienen?
- El título de la unidad es: ¿De qué manera se relacionan las ondas con el sonido? ¿Cuál sería tu respuesta a esa gran pregunta?

Unidad 2

¿CÓMO SE RELACIONAN LAS ONDAS CON LA LUZ?











- ¿Qué sabes acerca de la luz?
- ¿Qué fenómenos asociados con la luz reconoces en las imágenes?

LECCIÓN

3 LA **LUZ** Y SU **NATURALEZA**



Para comenzar

En el siguiente cómic se presenta una recreación de cómo pudieron surgir los modelos explicativos de la luz.

Cerca del año 1660, Christian Huygens comenzó a estudiar la luz.







Simultáneamente, Isaac Newton hizo lo mismo.



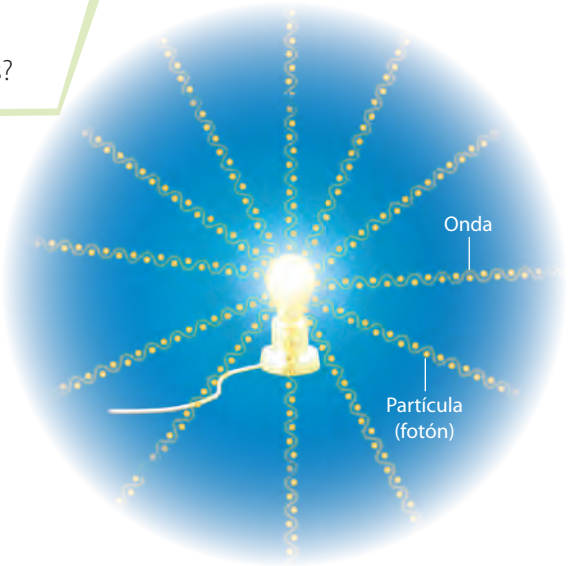






- ¿Qué otros científicos sabes que aportaron en el conocimiento de la luz?
- ¿Qué importancia le asignas a la investigación en ciencias?

En el cómic se muestra que desde mediados del siglo XVII, Huygens y Newton propusieron modelos explicativos de la luz. Huygens planteó el modelo ondulatorio y Newton el corpuscular (ambos modelos eran parcialmente ciertos). Hoy sabemos que la luz puede ser entendida como una onda electromagnética, por lo que Huygens acertó con su hipótesis. Sin embargo, la luz también puede ser considerada como por partículas, llamadas fotones, por lo que, en parte, Newton también tuvo la razón. Por ello, el modelo que actualmente explica la luz se llama **onda-partícula** o **modelo dual**.



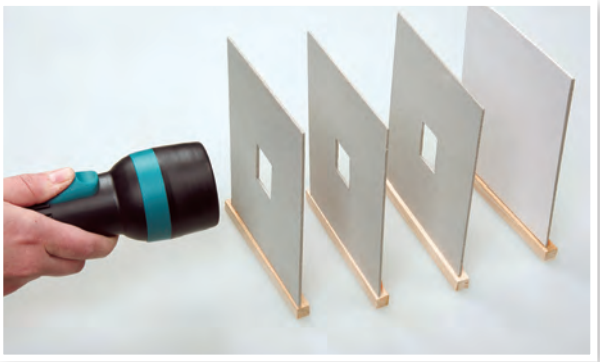
↑ En el modelo dual, la luz puede ser entendida como ondas y partículas.

¿De qué manera se propaga la luz?

Actividad



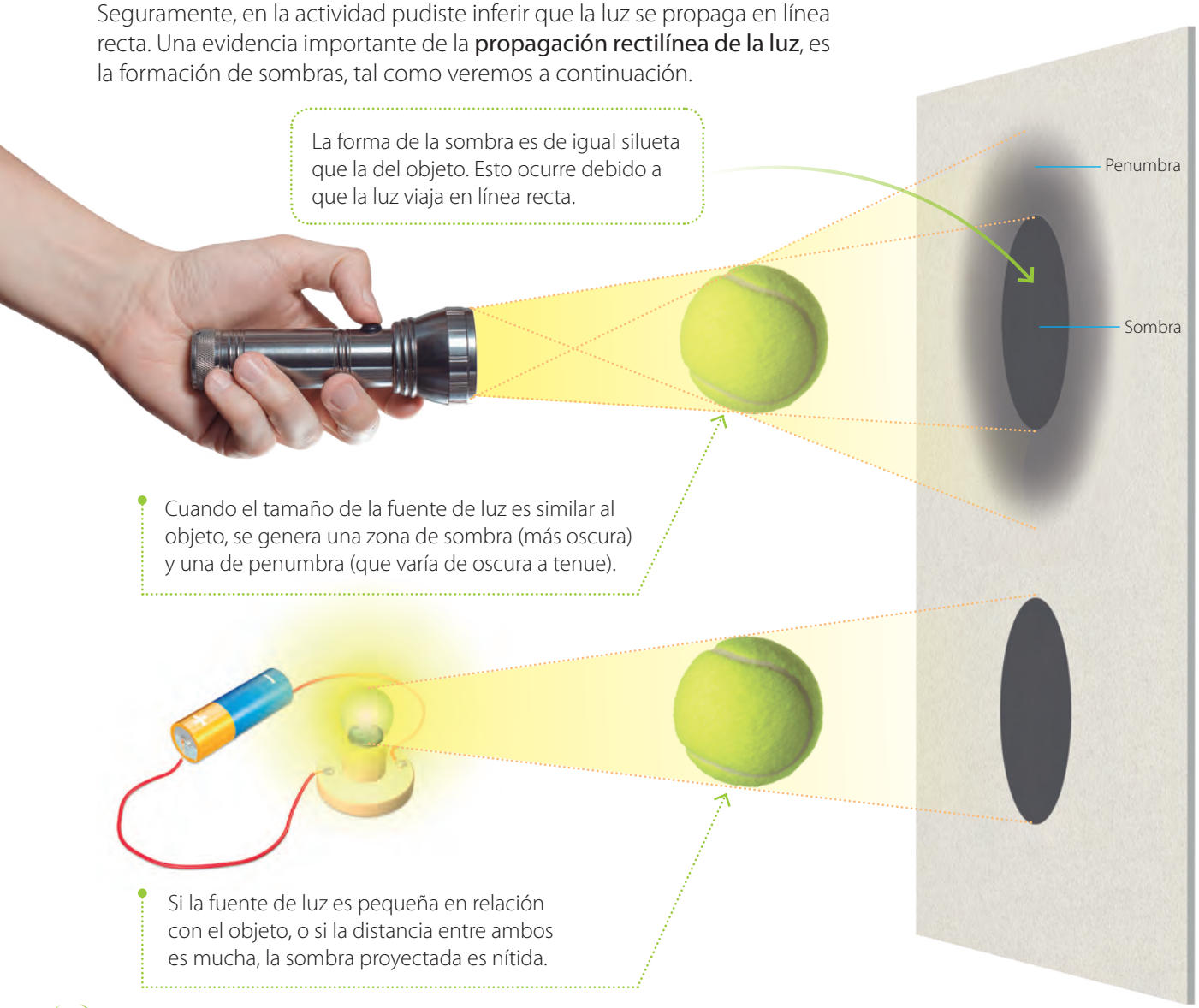
Materiales: tres trozos iguales de cartón con una ranura, cartulina blanca, una linterna, plasticina y cuatro trozos iguales de madera.



Ajusten los trozos de cartón hasta que puedan observar la luz en la pantalla. ¿En qué disposición quedaron los cartones? ¿Qué forma se proyectó en la pantalla?

Seguramente, en la actividad pudiste inferir que la luz se propaga en línea recta. Una evidencia importante de la **propagación rectilínea de la luz**, es la formación de sombras, tal como veremos a continuación.

La forma de la sombra es de igual silueta que la del objeto. Esto ocurre debido a que la luz viaja en línea recta.



Cuando el tamaño de la fuente de luz es similar al objeto, se genera una zona de sombra (más oscura) y una de penumbra (que varía de oscura a tenue).

Si la fuente de luz es pequeña en relación con el objeto, o si la distancia entre ambos es mucha, la sombra proyectada es nítida.

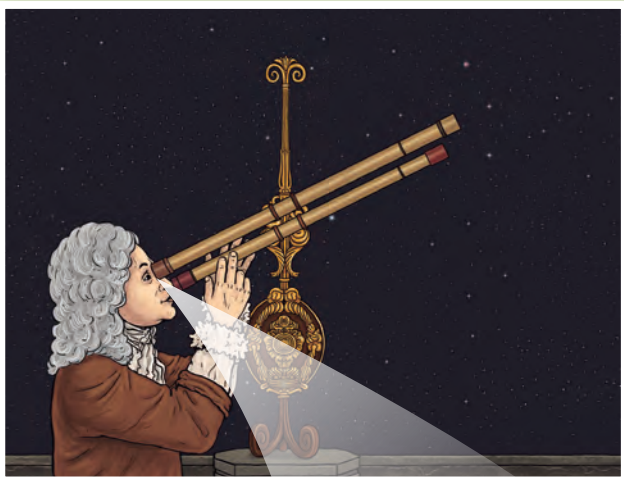
¿Con qué rapidez se mueve la luz?



↑ Cerca del año 1600, el astrónomo Johannes Kepler pensaba que la rapidez de la luz era infinita.



↑ Tiempo después, en el año 1640, Galileo Galilei intentó medir la rapidez de la luz observando una fuente luminosa a lo lejos. Sin embargo, no pudo hacerlo.



↑ En 1675, el astrónomo Christensen Roemer midió la rapidez de la luz observando un satélite de Júpiter en dos posiciones diferentes. Su estimación fue de $2{,}2 \cdot 10^8$ m/s.



↑ Alrededor de 1850, el físico francés Armand Fizeau desarrolló un sistema de espejos y una rueda dentada para medir la rapidez de la luz. Su estimación fue de $3{,}1 \cdot 10^8$ m/s.



← Roemer observó a Ío, un satélite natural de Júpiter en dos posiciones distintas. Esto le permitió estimar la rapidez de la luz.

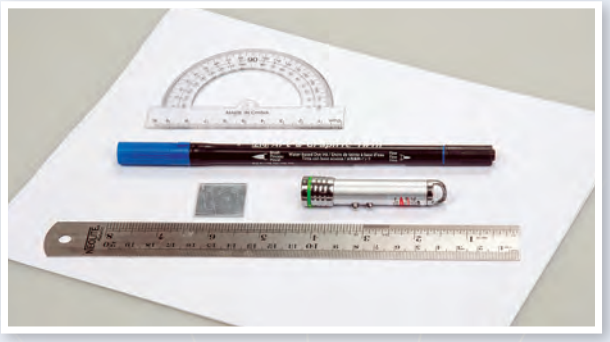
Hoy la rapidez de la luz ha sido definida como 299 792 458 m/s y es considerada como una de las más importantes constantes universales.

Actividad

Investiguen en detalle uno de los experimentos realizados para medir la rapidez de la luz y expónganlo a sus compañeros.

¿Cómo se manifiestan las propiedades ondulatorias de la luz?

Actividad



Materiales: un puntero láser, un espejo, un trasportador, una hoja de papel, lápiz y regla. Deben tener precuación con el puntero láser y nunca apuntarlo a los ojos.



Realicen el montaje de la imagen. Luego, midan y registren el ángulo con que se refleja el haz. ¿Qué infieren de la reflexión de la luz?



↑ Debido a la refracción, la imagen del pez parece distorsionarse en el cambio del aire al agua.

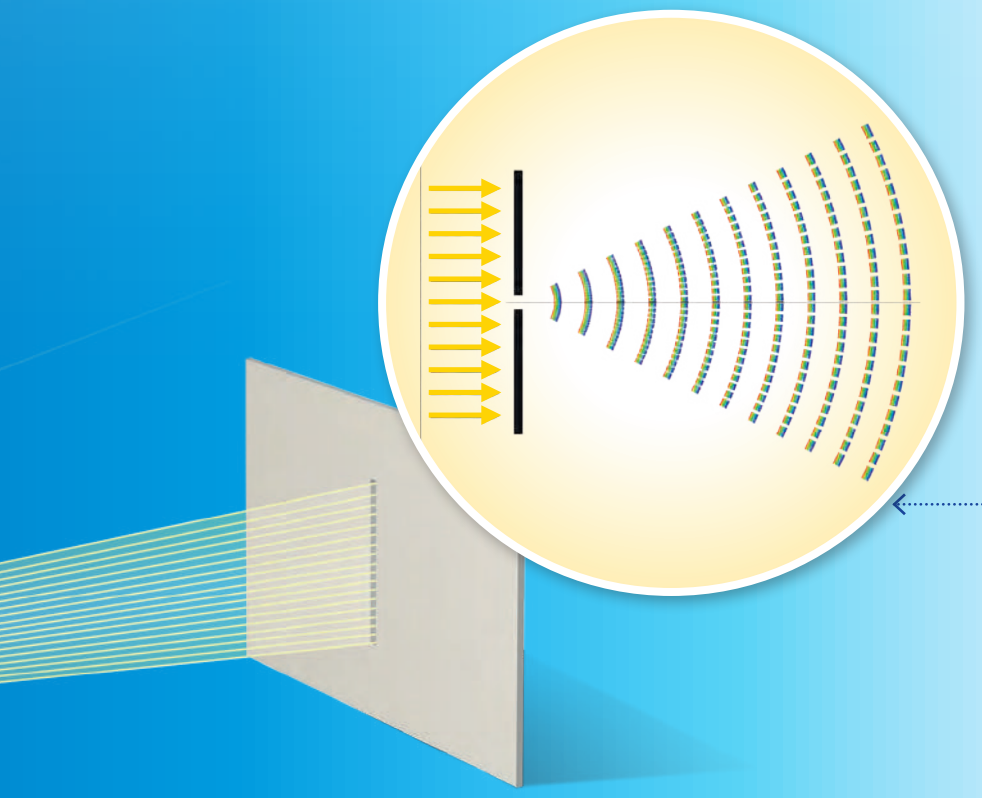
Reflexión

Cuando una onda lumínica incide en cierto ángulo sobre el límite que separa dos medios, es reflejada en el mismo ángulo respecto de la normal.

Refracción

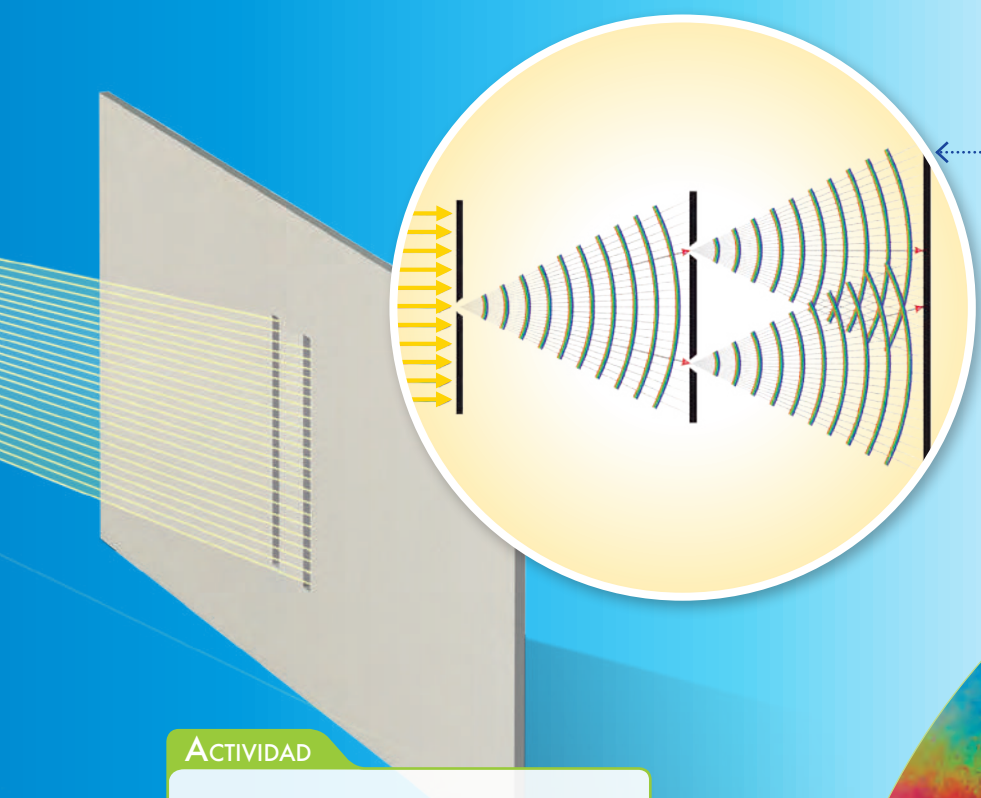
Si una onda lumínica pasa de un medio a otro que posee diferente densidad, experimenta un cambio en su velocidad y, en consecuencia, en su dirección. Este fenómeno es la refracción. Es importante señalar que cada vez que se produce refracción, también hay reflexión de la luz.

F1P041



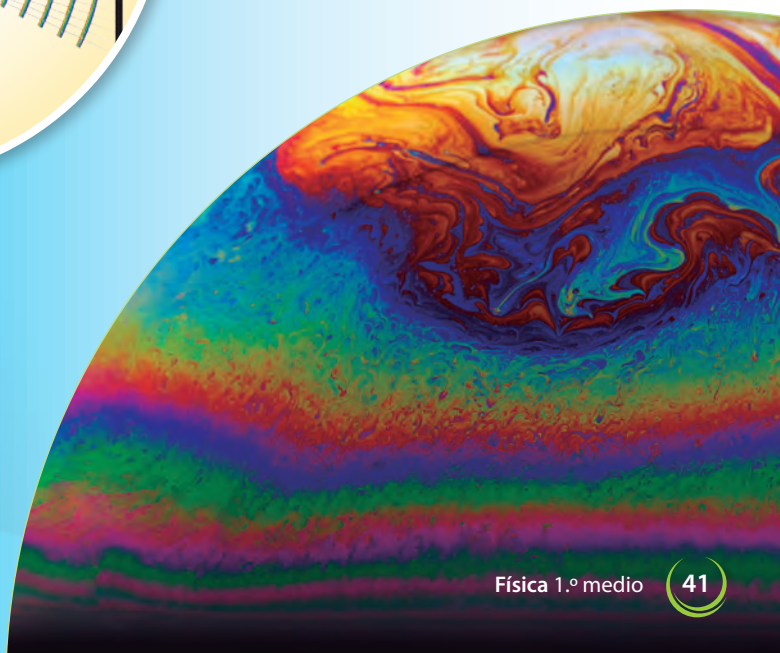
Difracción

Si un haz de luz atraviesa una ranura muy fina, puede propagarse en múltiples direcciones, convirtiéndose en un nuevo foco emisor. Este fenómeno es la **difracción** (ver esquema).



Interferencia

Si un haz de luz atraviesa una doble ranura, se pueden generar dos nuevos focos de luz, cuyas ondas se interfieren, produciendo un patrón característico.



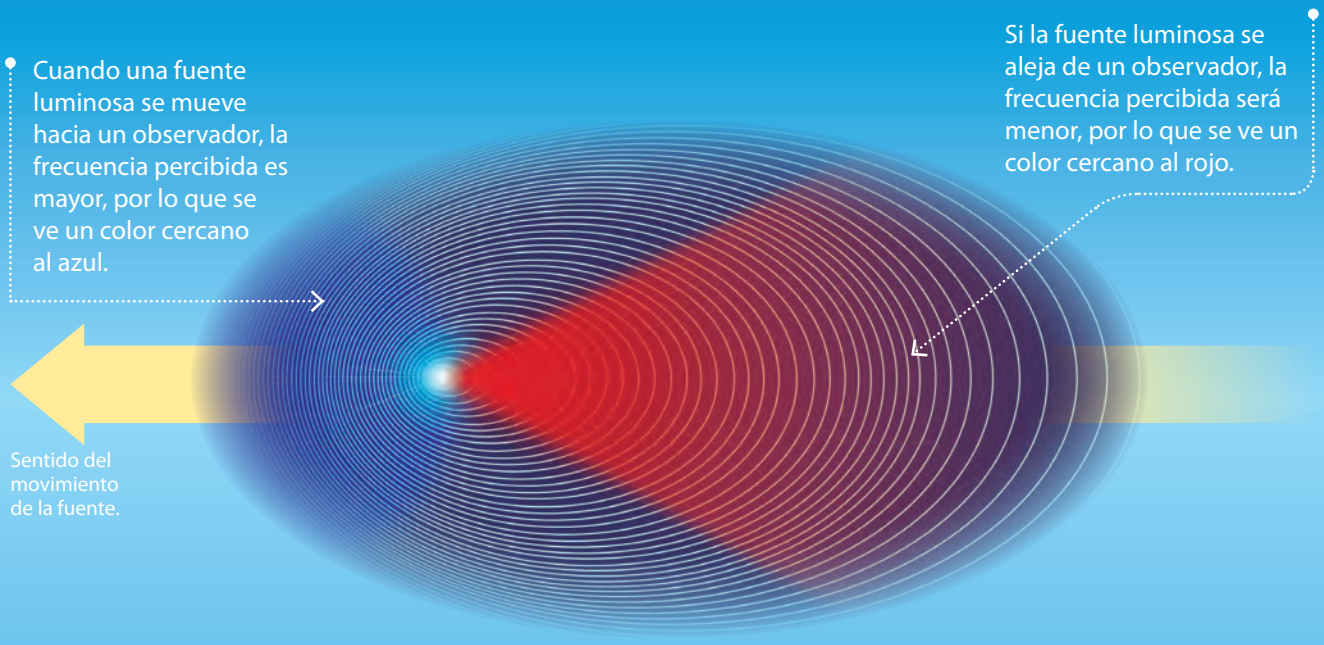
↓ Los colores que se forman en una pompa de jabón se producen debido a que los haces de luz que se reflejan en la superficie interna y externa de la burbuja se interfieren entre sí.

Actividad

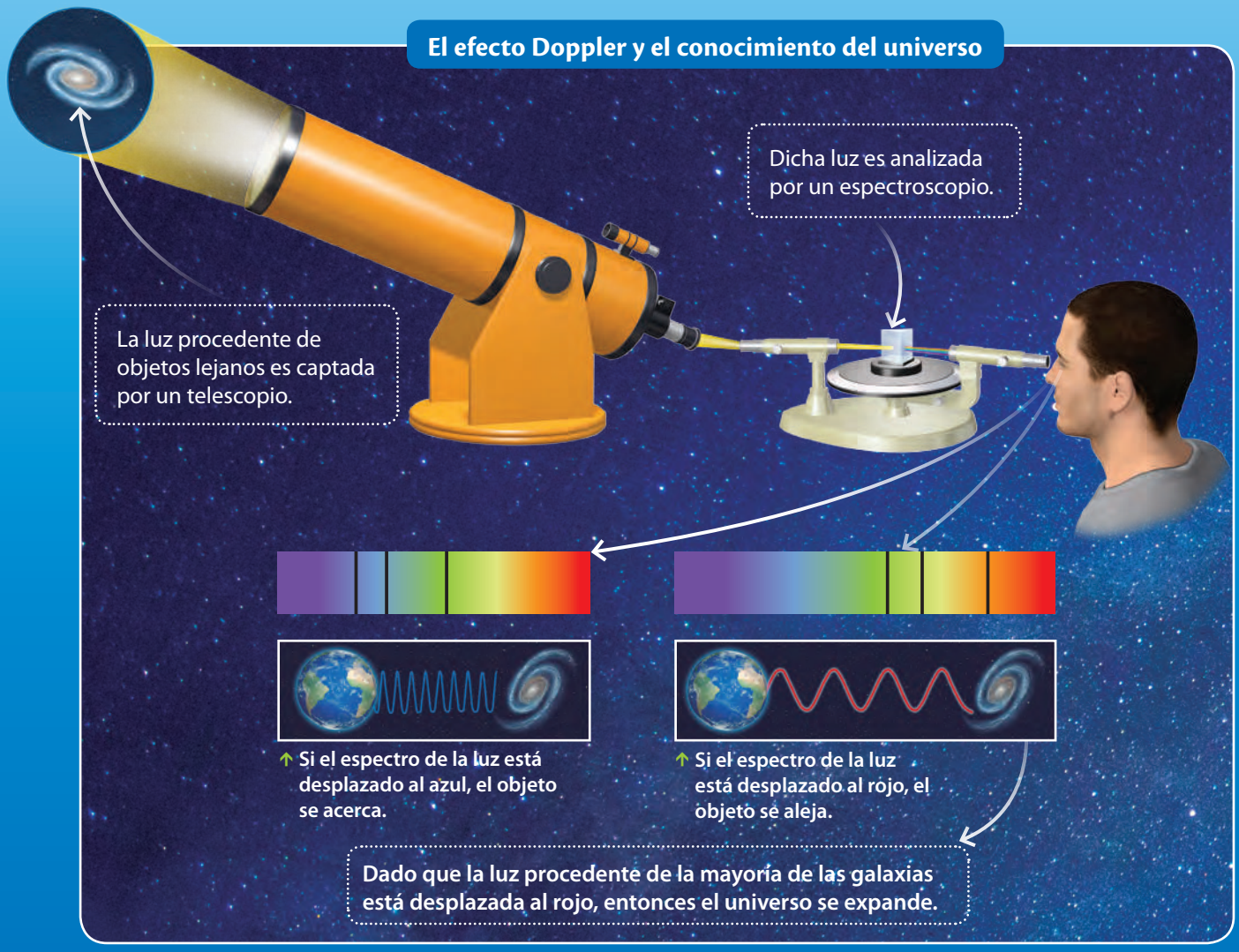
¿De qué forma pueden demostrar experimentalmente la difracción e interferencia de la luz? Investiguen y expongan un experimento.

¿La luz experimenta el efecto Doppler?

Como la luz es una onda, también experimenta el **efecto Doppler**.



El efecto Doppler y el conocimiento del universo



¿De qué forma cambia la luz al pasar de un medio a otro?

Paso 1 Planteo una hipótesis

En relación con la pregunta formulada, propongan una hipótesis.

Paso 2 Planifico y ejecuto una investigación



Consigan un puntero láser, un vaso con agua, dos transportadores y un poco de leche.



Agreguen un par de gotas de leche al agua.



→ La tonalidad del agua se ve así (verde), por que la luz del láser es de ese color.

Apunten la luz del láser al agua y observen tanto la luz refractada como la reflejada.



Ahora, con los transportadores, registren la variación en la luz al cambiar de medio.

Paso 3 Organizo y analizo los resultados

a. ¿De qué manera varió la trayectoria de la luz al cambiar de medio?

b. ¿Cómo explicarían lo observado?

Paso 4 Concluyo y comunico

a. ¿Qué otros fenómenos cotidianos se explican con la refracción?

b. Investiguen la ley física asociada al fenómeno y expónganla a sus compañeros junto con un video de su experimento.

¡Precaución!

Nunca deben apuntar la luz del láser a los ojos.

Lección

4 APLICACIONES DE LA **LUZ**



Materiales: una fuente con agua, un espejo, una linterna y una hoja de papel.

Para comenzar



Dejen el espejo dentro del recipiente con agua, tal como se muestra en la fotografía.



Iluminen el espejo (idealmente con luz de Sol) y vean el reflejo en la hoja. ¿Cómo explican lo observado? ¿Qué saben de la formación de colores?

¿Cuál es el origen de los colores?

La luz blanca está formada por colores, tal como vieron en la actividad anterior. Para entender este fenómeno, analicemos la siguiente situación.

Si un haz de luz atraviesa un prisma, este se refracta y descompone en colores. Esto se conoce como **dispersión cromática**.

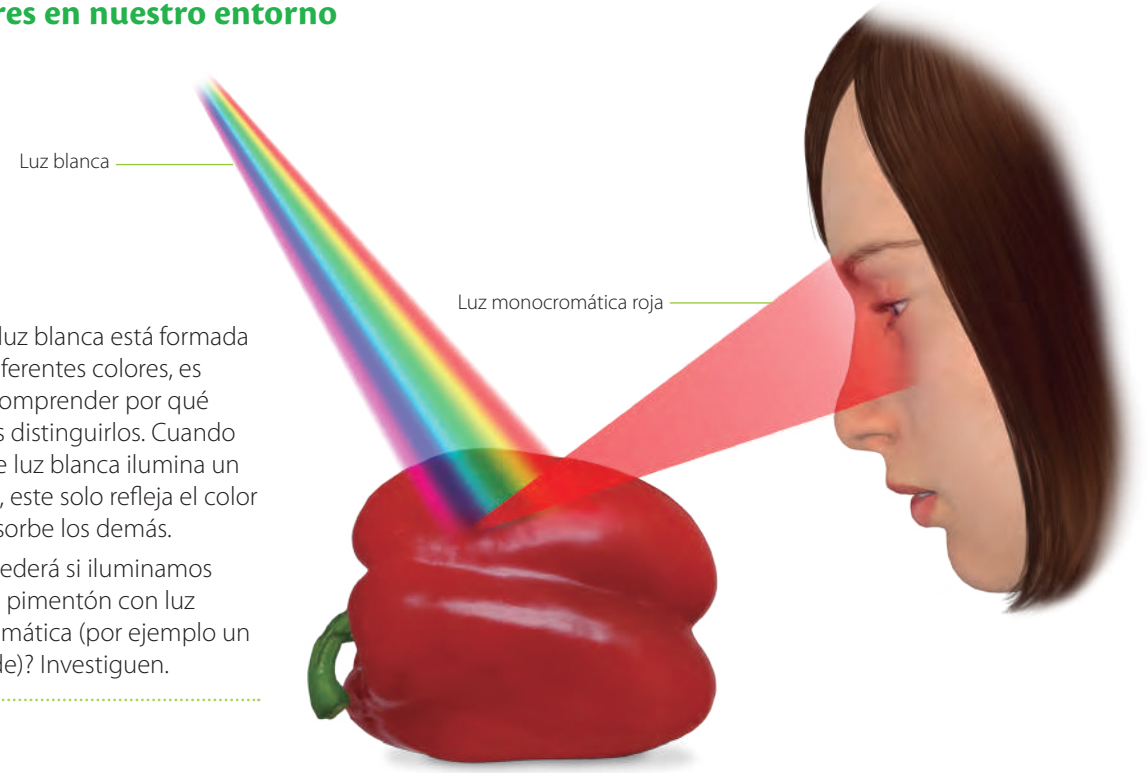
Un prisma es un sólido transparente y con forma de poliedro.



↑ Un arcoíris se produce por la dispersión cromática que experimenta la luz al reflejarse dentro de las gotas de agua.

↑ La luz dispersada siempre lo hace en el mismo patrón; rojo, naranja, amarillo, verde, azul y violeta.

Los colores en nuestro entorno

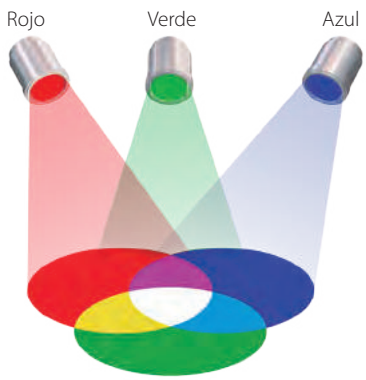


Como la luz blanca está formada por los diferentes colores, es posible comprender por qué podemos distinguirlos. Cuando un haz de luz blanca ilumina un pimiento, este solo refleja el color rojo y absorbe los demás.

¿Qué sucederá si iluminamos el mismo pimentón con luz monocromática (por ejemplo un láser verde)? Investiguen.

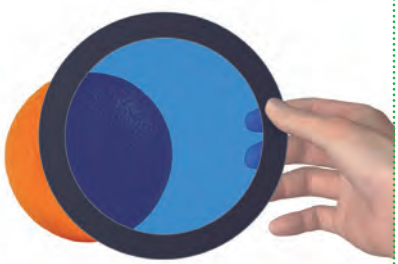
Algunas formas en las que se producen colores

Por síntesis aditiva



Cuando se ilumina con luz de los colores primarios, es posible generar luz blanca y una gran gama de colores.

Por filtros



Al interponer un filtro (superficie transparente de un determinado color) entre un objeto y un observador, es posible absorber ciertos colores y ver el objeto de un color diferente.

Por interferencia



Debido a la interferencia, en determinadas superficies, como la de un CD o una burbuja de jabón, se producen patrones de colores.

Actividad

Construyan el disco de la fotografía y háganlo girar rápidamente. Propongan una explicación a lo que se observa.

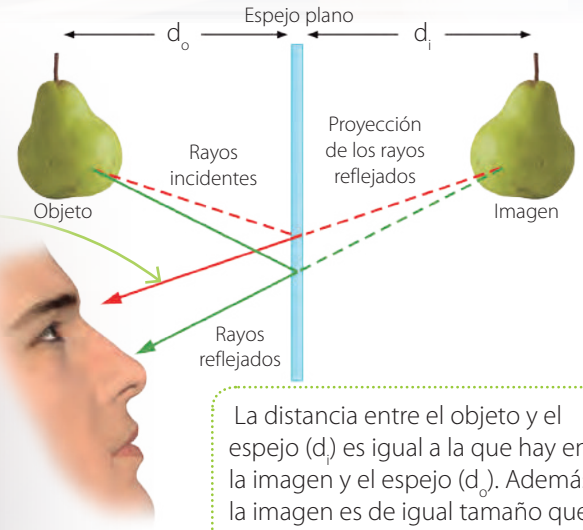


F1P045

¿Cómo se generan las imágenes en los espejos?

Un **espejo** es una superficie opaca y pulida, por lo que puede reflejar eficientemente la luz que incide sobre este. Por esta razón, podemos ver nuestra imagen en él. Para analizar la formación de imágenes, vean el esquema.

Los rayos de luz que provienen del objeto son reflejados hacia el ojo y parecen proceder de un punto situado detrás del espejo.



La distancia entre el objeto y el espejo (d_i) es igual a la que hay entre la imagen y el espejo (d_o). Además, la imagen es de igual tamaño que el objeto y virtual, ya que parece venir de detrás del espejo.

← Si la superficie reflectora está horizontal, la imagen se invierte verticalmente.

Actividad



Escribe una palabra y ponla frente a un espejo. ¿Qué crees que significa lo que observas? ¿Cómo lo explicarías?

Espejos curvos

Actividad



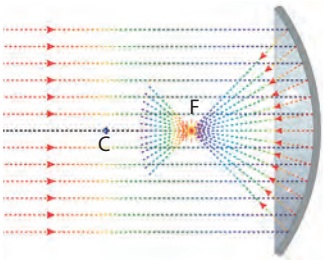
Pongan una cuchara frente a su rostro y observen.



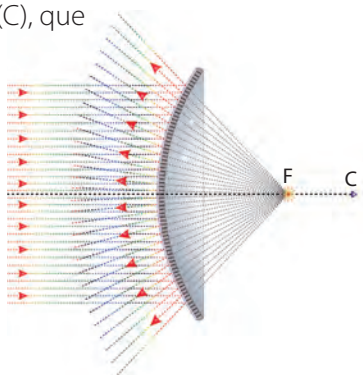
Ahora, inviertan la cuchara y observen. ¿Cómo piensan que ocurre la reflexión en cada cara de la cuchara?

Los espejos curvos pueden ser cóncavos o convexos y tienen un foco (F), que es donde se cruzan los rayos de luz, y un centro de curvatura (C), que es el centro de la sección curva.

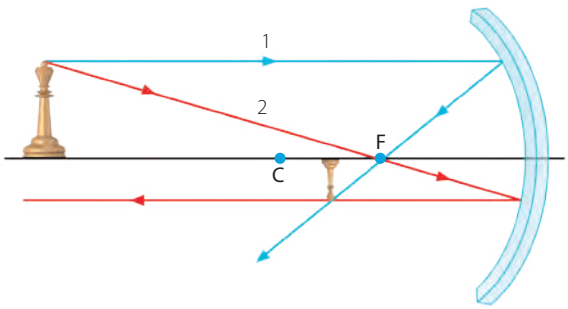
Espejo cóncavo



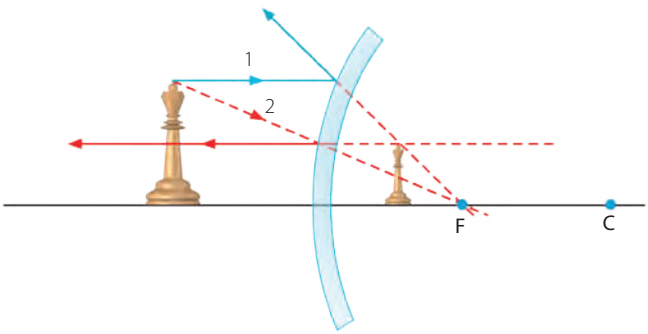
Espejo convexo



Formación de imágenes en espejos curvos



La imagen resultante en un espejo cóncavo depende de la ubicación del objeto. Para conseguirla se trazan dos rayos: uno paralelo al eje óptico (1) y uno que pasa por el foco (2).



De manera similar, para obtener la imagen en un espejo convexo, es necesario trazar los mismos rayos. ¿Qué sucederá al situar el objeto entre el foco y el espejo? Hagan el trazado de rayos.

Aplicaciones de los espejos



Espejo retrovisor.



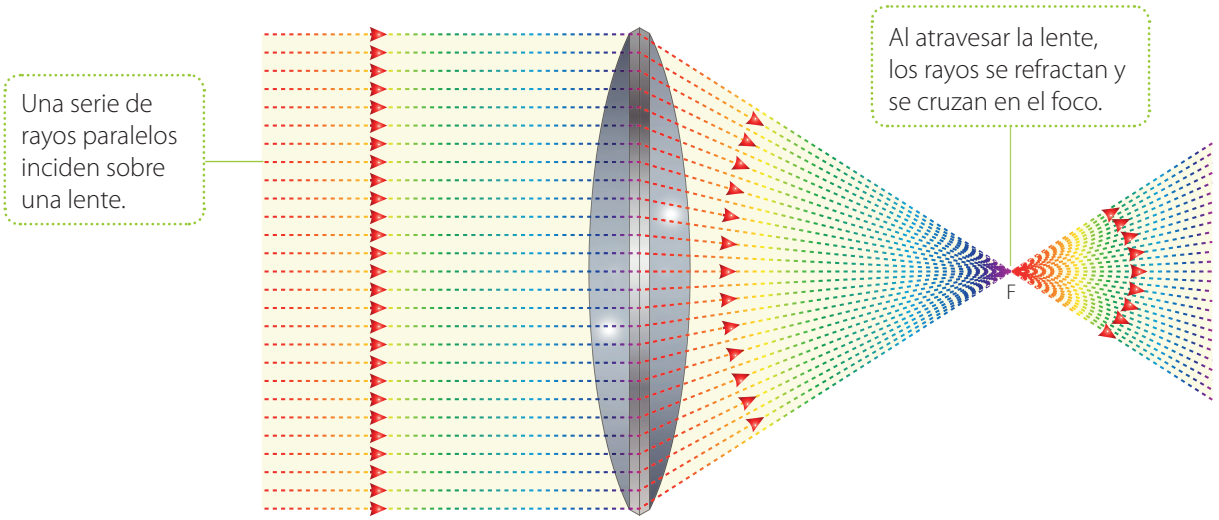
Espejo para circulación vial.



Telescopio reflector.

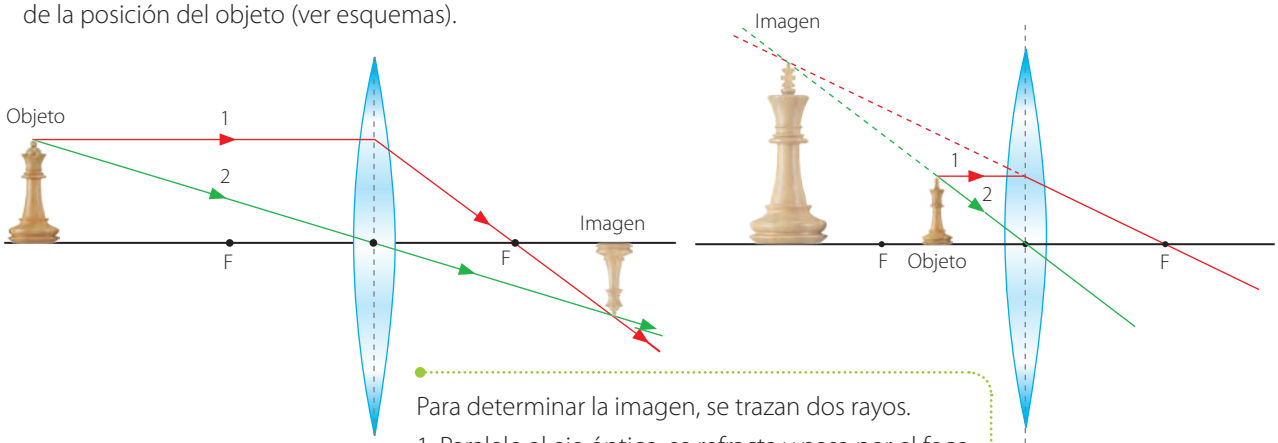
¿De qué manera se forman las imágenes en las lentes?

Una **lente** es un instrumento hecho de material transparente limitado por dos superficies. En el esquema, se muestra una **lente convergente**.



Formación de imágenes en lentes convergentes

Las imágenes que resultan en una lente convergente dependen de la posición del objeto (ver esquemas).



Para determinar la imagen, se trazan dos rayos.
1: Paralelo al eje óptico, se refracta y pasa por el foco.
2: Pasa por el centro de la lente.
Donde se cruzan los rayos, se dibuja la imagen.

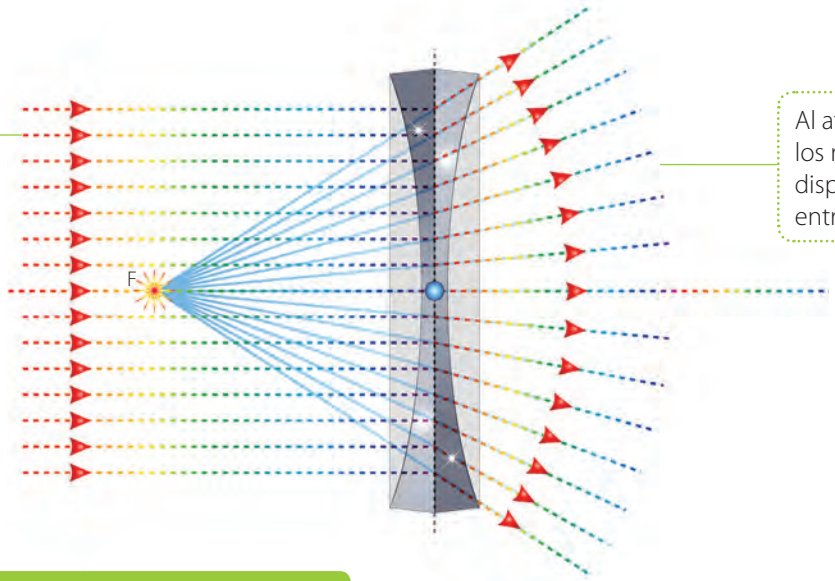
Actividad

Empleando una lupa, traten de proyectar en una hoja la imagen de una lámpara de techo. ¿Qué características tiene la imagen?



Una **lente divergente** es más delgada en el centro que en los bordes. Su foco se denomina virtual, ya que se sitúa donde se intersecan las proyecciones de los rayos refractados.

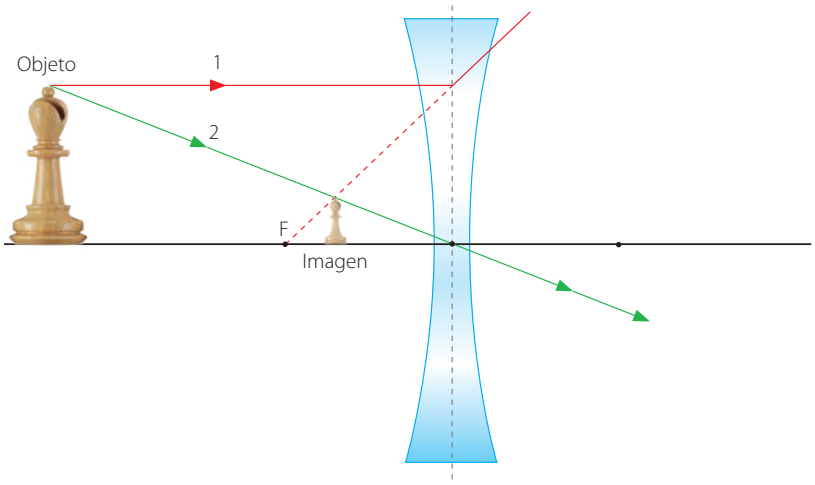
Una serie de rayos paralelos incide sobre una lente.



Al atravesar la lente, los rayos refractados se dispersan, alejándose entre sí.

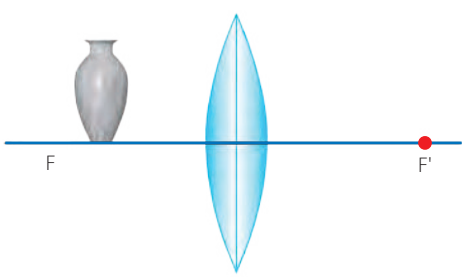
Formación de imagen en una lente divergente

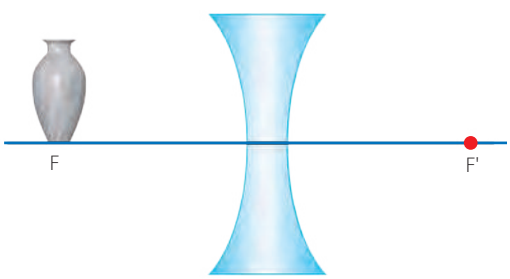
Las imágenes generadas en una lente divergente presentan siempre las mismas características: son virtuales, de menor tamaño y en la misma orientación que el objeto.



Actividad

Determinen las imágenes que se producen en cada caso empleando el trazado de rayos.





F1P049

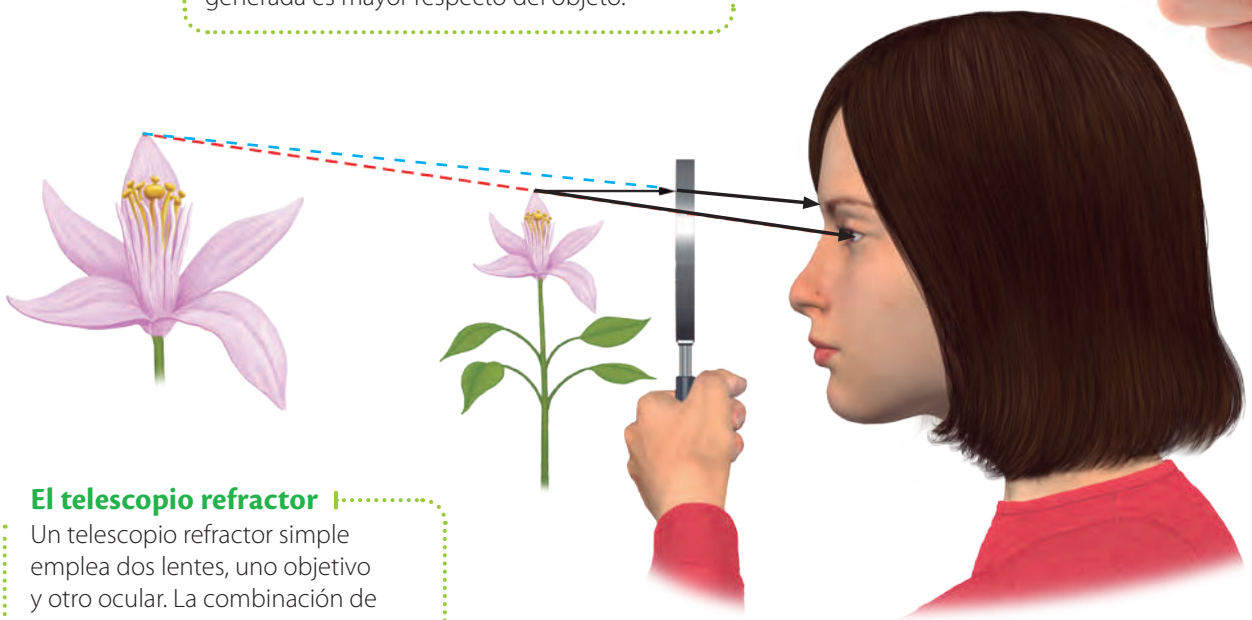
Las lentes y sus aplicaciones

A partir de la invención y el desarrollo de las lentes, otras áreas, como la astronomía y la biología, experimentaron un impulso significativo. A continuación, revisaremos algunas de las principales aplicaciones de las lentes.



La lupa

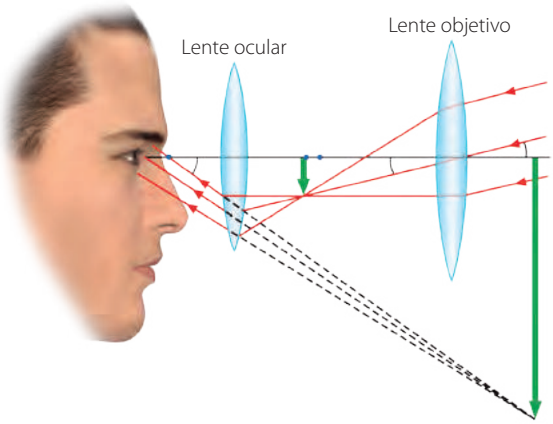
Al pasar a través de la lupa, los rayos de luz se refractan de manera similar a como se muestra en el esquema. Por esta razón, la imagen generada es mayor respecto del objeto.



El telescopio refractor

Un telescopio refractor simple emplea dos lentes, uno objetivo y otro ocular. La combinación de ambas produce una imagen virtual y más cerca de un objeto lejano.



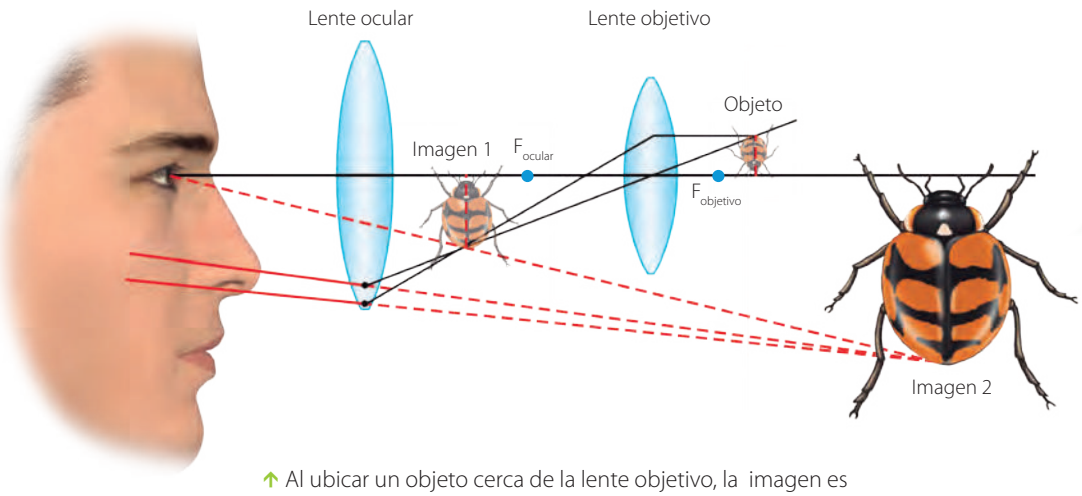


↑ En un telescopio refractor se forma una imagen pequeña (al interior de este) que luego es amplificada por el ocular. La imagen que se ve se encuentra invertida.

El microscopio

Un microscopio funciona de manera similar a un telescopio refractor, ya que también emplea dos lentes. La diferencia es que la distancia focal del objetivo es menor que la del objetivo de un telescopio.



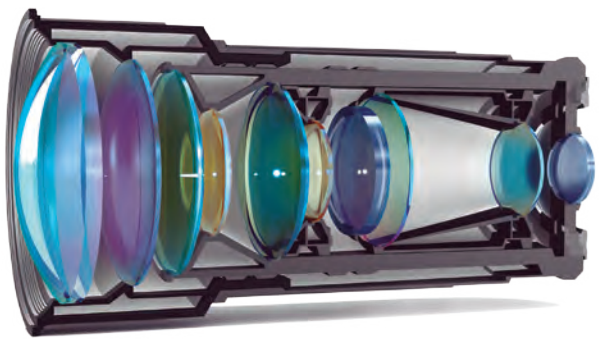


↑ Al ubicar un objeto cerca de la lente objetivo, la imagen es amplificada, lo que permite visualizar detalles imposibles de ver a simple vista.

Los binoculares o prismáticos

Es un instrumento similar al telescopio, pero de menor alcance. Se compone de dos oculares, lo que produce un efecto de estereoscopía, es decir, genera la ilusión de profundidad. Para que la imagen se vea derecha, se emplean espejos y/o prismas.





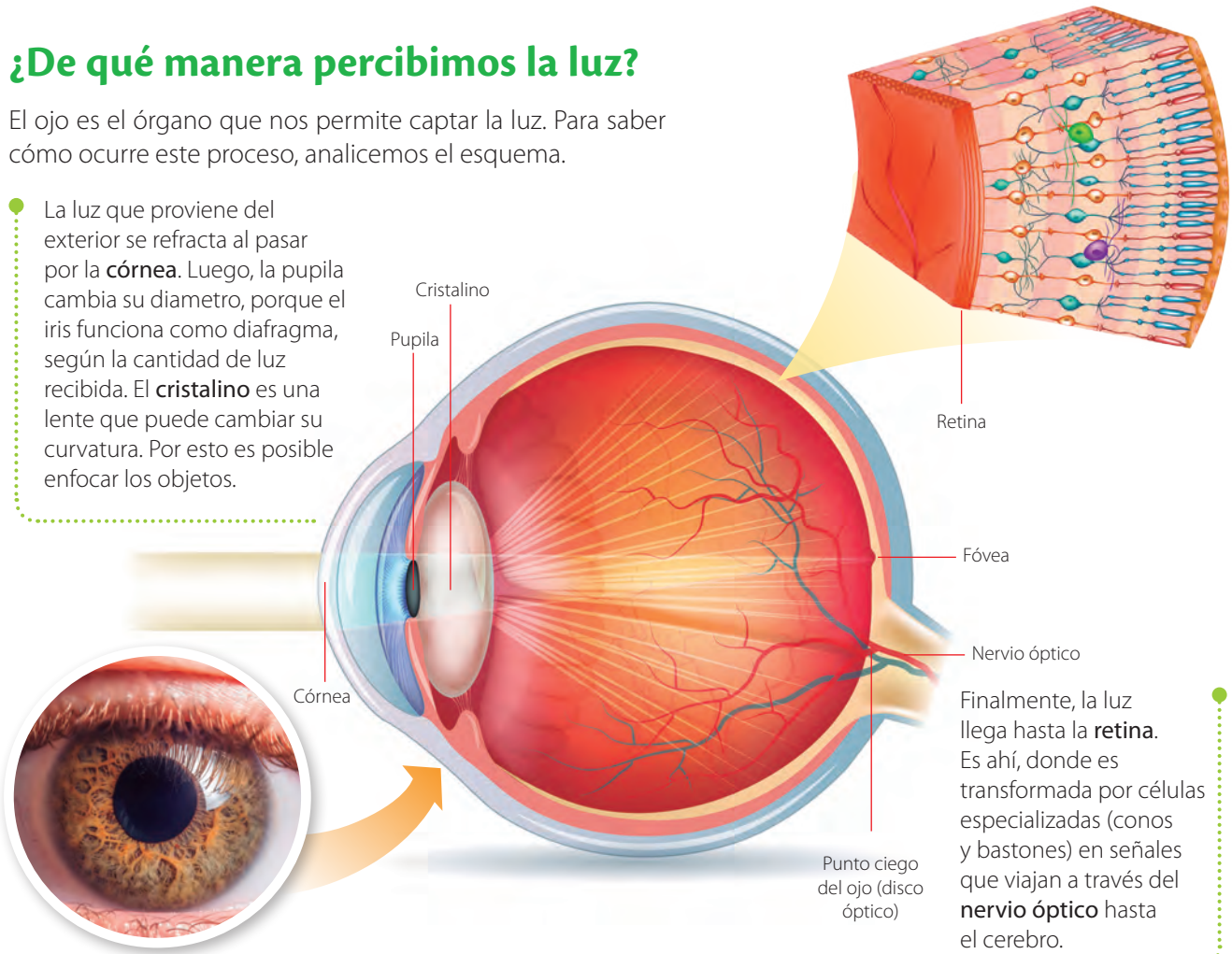
Lentes fotográficos

Para mejorar el alcance de las cámaras fotográficas, se emplean las lentes objetivos. Para regular el enfoque, estos dispositivos pueden llegar a ser muy complejos, tal como se ve en la imagen.

¿De qué manera percibimos la luz?

El ojo es el órgano que nos permite captar la luz. Para saber cómo ocurre este proceso, analicemos el esquema.

La luz que proviene del exterior se refracta al pasar por la **córnea**. Luego, la pupila cambia su diametro, porque el iris funciona como diafragma, según la cantidad de luz recibida. El **cristalino** es una lente que puede cambiar su curvatura. Por esto es posible enfocar los objetos.

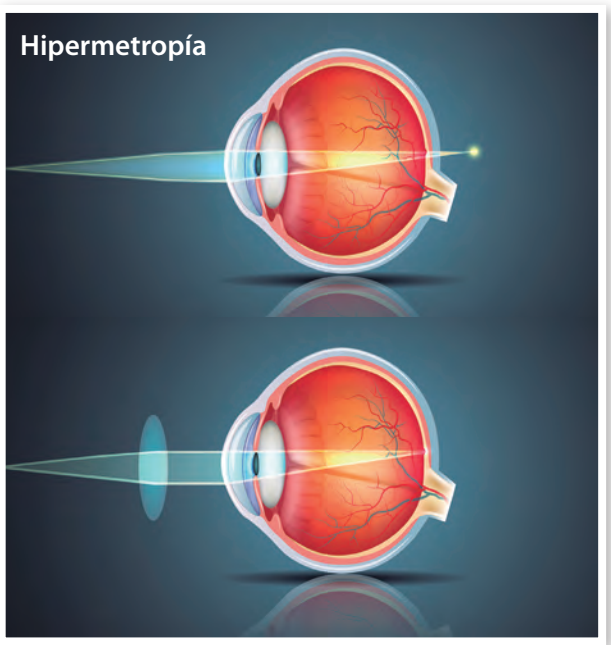


Finalmente, la luz llega hasta la **retina**. Es ahí, donde es transformada por células especializadas (conos y bastones) en señales que viajan a través del **nervio óptico** hasta el cerebro.

Tecnologías para corregir la visión



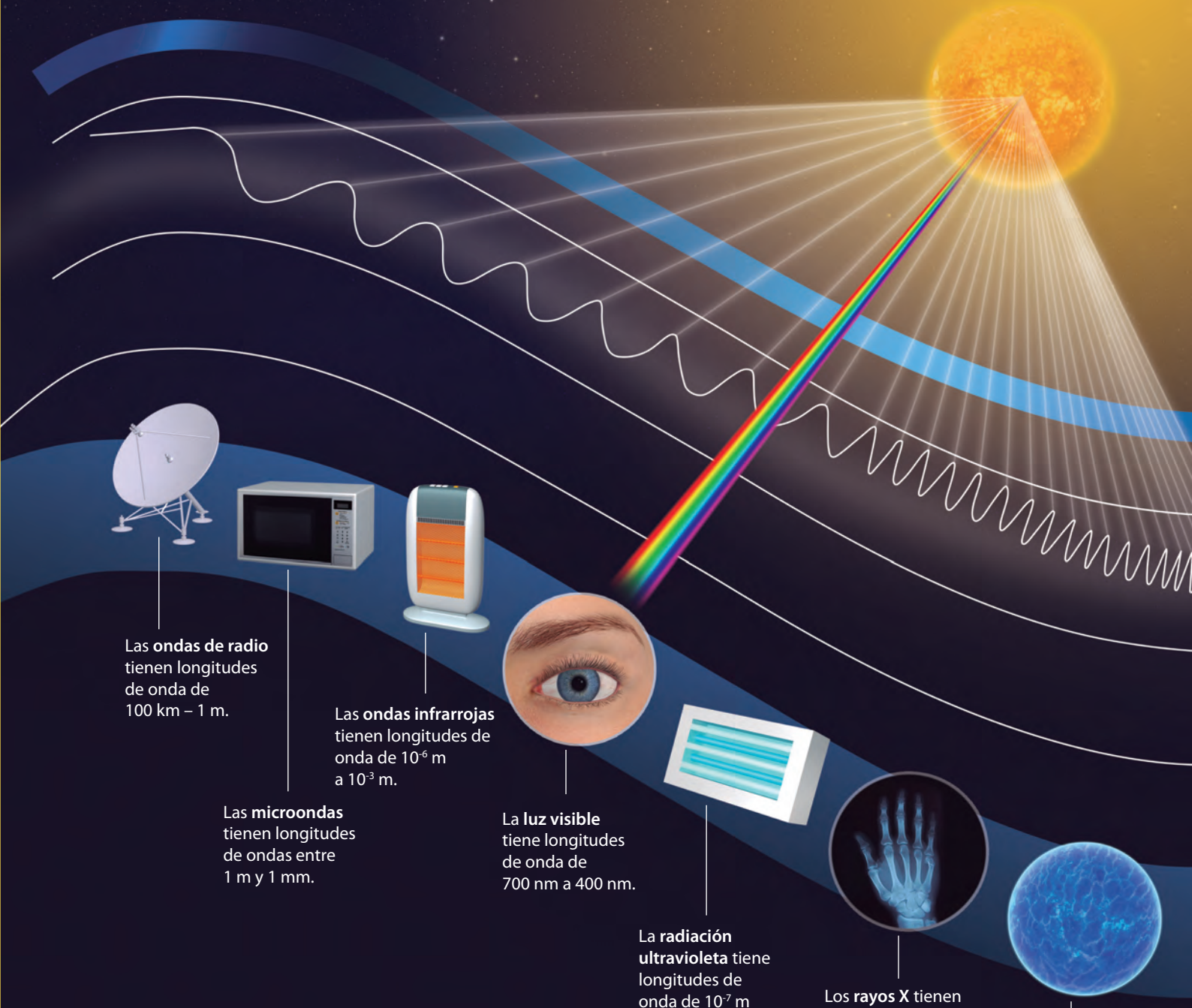
↑ La miopía se produce por una deformidad en el globo ocular. Producto de esto, la imagen se forma antes de la retina. Se corrige al emplear una lente divergente.



↑ En la hipermetropía la imagen se forma más allá de la retina. Se corrige al emplear una lente convergente.

¿Qué rango de luz podemos percibir?

El ser humano puede percibir la luz visible, compuesta por todos los colores. Sin embargo, esta es una pequeña parte del espectro electromagnético.



Las **ondas de radio** tienen longitudes de onda de 100 km – 1 m.

Las **microondas** tienen longitudes de ondas entre 1 m y 1 mm.

Las **ondas infrarrojas** tienen longitudes de onda de 10^{-6} m a 10^{-3} m.

La **luz visible** tiene longitudes de onda de 700 nm a 400 nm.

La **radiación ultravioleta** tiene longitudes de onda de 10^{-7} m a 10^{-8} m.

Los **rayos X** tienen longitudes de onda de 10^{-9} m a 10^{-11} m.

Los **rayos gamma** tienen longitudes de onda menores a 10^{-11} m.

Actividad

¿Qué aplicaciones tienen las diferentes ondas del espectro? Investiga y comenta.

¿Cómo construir un telescopio?

Paso 1 Concibo el modelo

¿Qué tipos de lentes deberías utilizar para elaborar un telescopio?

Paso 2 Construyo



Materiales: dos lupas de diferente tamaño, cartulina y cinta adhesiva. La lupa que servirá de ocular debe tener idealmente un diámetro muy pequeño.



Enrollen la cartulina alrededor de cada lupa, formando un tubo, y fíjenla con cinta adhesiva.



Inserten un tubo dentro de otro y enfoquen algún objeto distante, ajustando la distancia entre las lupas.

Paso 3 Analizo y evalúo el modelo

a. ¿Cómo explicarían el funcionamiento del telescopio que construyeron? Utilicen un diagrama.

b. ¿Qué podrían hacer para que la imagen se vea derecha?

c. ¿Cómo mejorarían el telescopio?

Desafío

¿De qué forma podrían construir un telescopio empleando espejos?

EL IMPACTO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LA SOCIEDAD

Investigando las propiedades de la luz en Chile

En Chile, el Instituto Milenio de Investigación en Óptica (MIRO) intenta responder preguntas como: ¿qué es la luz?, ¿cuáles sus propiedades?, ¿puede la luz ser aplicada en nuevas tecnologías?

Los investigadores del instituto han generado haces de luz que se tuercen en el espacio y que permiten una comunicación sin distorsiones. Además de producir nuevas fuentes de luz que permiten realizar mediciones ultraprecisas.

Atrapando la luz en fibra óptica

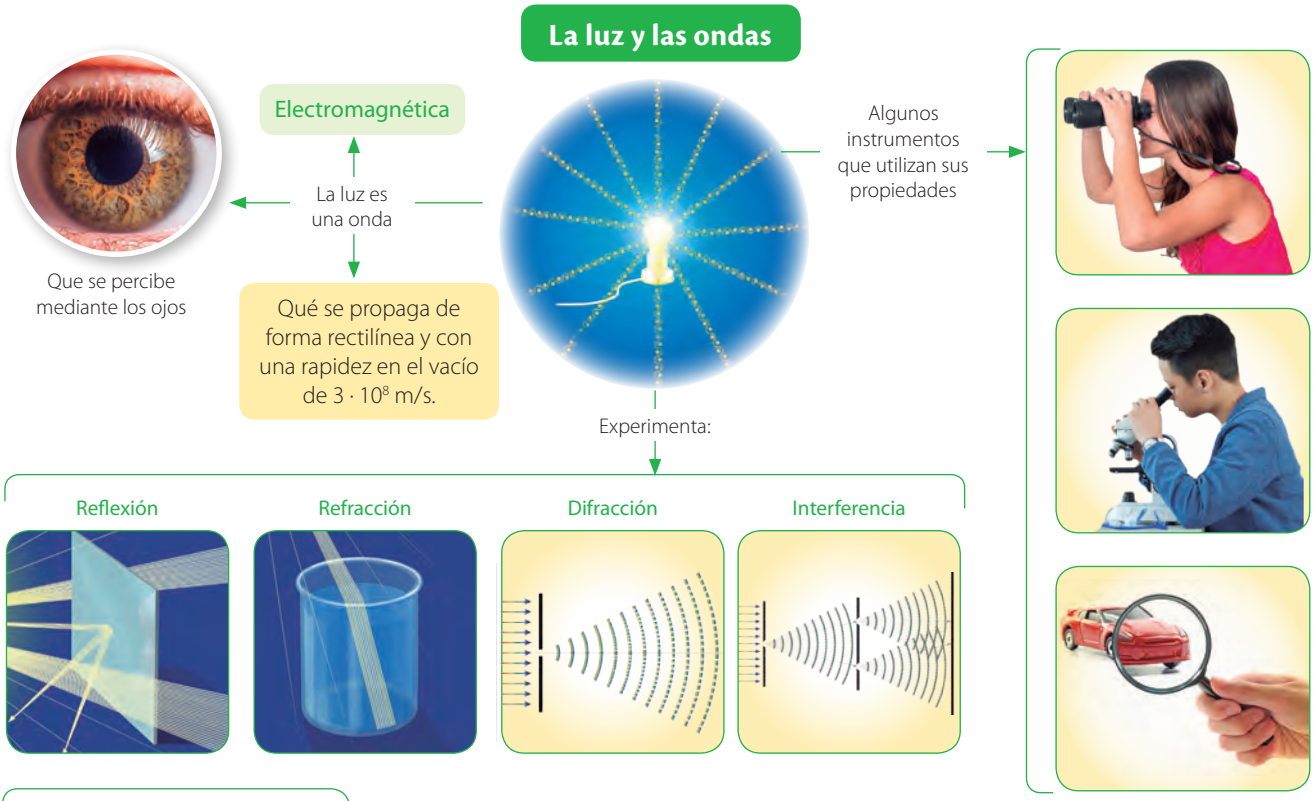
El doctor Rodrigo Vicencio, académico de la Universidad de Chile, dirige el grupo que busca aprender cómo viaja la luz y se autoatrapa en diversos materiales. Para ello, junto con su equipo, estudió un manojo de fibras ópticas con una geometría muy específica. Producto de sus trabajos, demostraron que es posible transportar controladamente la luz localizada en regiones espaciales muy pequeñas





SÍNTESIS Y EVALUACIÓN

Para sintetizar



Para saber cómo voy

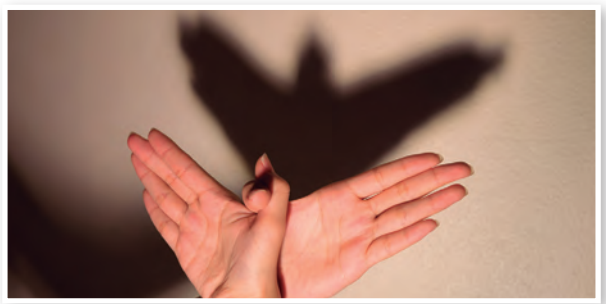
Identifica

1. ¿Qué propiedad de la luz explica la formación de colores en una burbuja de jabón?



Explica

2. ¿Por qué la sombra que proyecta un objeto tiene la misma forma de la silueta de este?



Argumenta

3 Imagina que eres astrónomo y analizas el espectro de luz (del hidrógeno) procedente de dos galaxias. Las líneas espectrales de la galaxia 1 se encuentran desplazadas al rojo y la de la galaxia 2 al azul.

Considerando el efecto Doppler de la luz, ¿qué podrías afirmar respecto del movimiento relativo (en relación con la Tierra) de cada una de ellas?

Explica

4 Considerando las propiedades de la luz, ¿cómo explicarías que una cuchara parece "quebrarse" al observarla dentro de un vaso con agua?



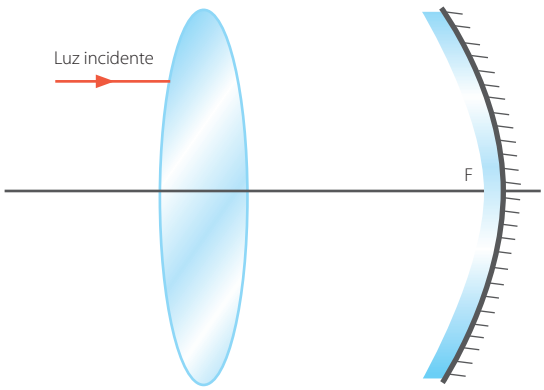
Explica

5. ¿Cómo explicarías que la imagen de la casa se ve invertida al observar a través de una esfera de cristal?



Analiza

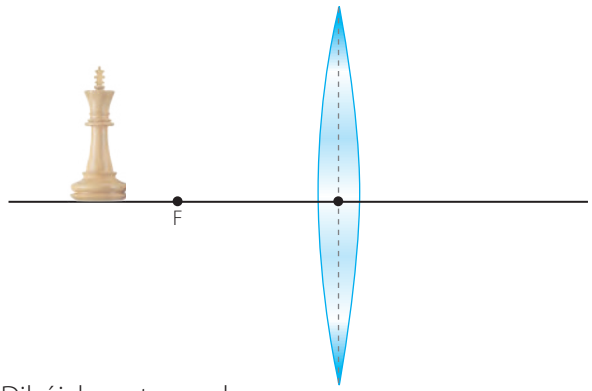
6. El centro de un espejo cóncavo es puesto exactamente en el foco de una lente convergente. Observa el esquema.



¿Cuál será la trayectoria del rayo de luz incidente una vez que se refracte en la lente y refleje en el espejo? Dibújalo en tu cuaderno.

Aplica

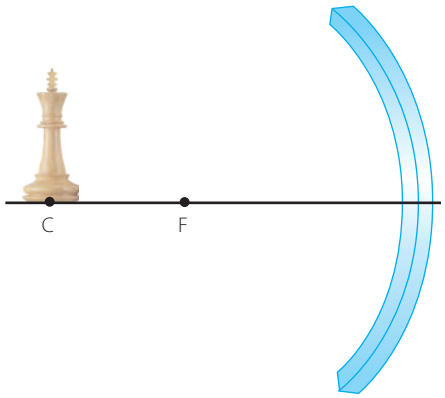
7. ¿Cuál será la imagen resultante en esta situación?



Dibújala en tu cuaderno.

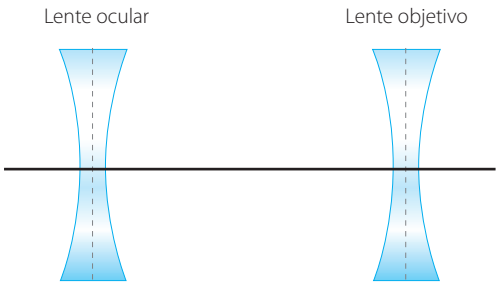
Aplica

8. ¿Qué características tendrá la imagen resultante en la situación que se plantea en el esquema?



Evalúa

9. Sebastián desea construir un telescopio. Para ello, emplea dos lentes divergentes.



¿Piensas que funcionará el telescopio? Argumenta.

Para cerrar

- ¿Cuál sería tu respuesta a la gran pregunta planteada en el título de unidad?

Unidad 3

¿DE QUÉ FORMA SE RELACIONAN LAS **ONDAS** CON LOS **SISMOS**?









- ¿Por qué piensas que se origina un sismo?
- ¿Cómo se manifiestan las diferentes formas de energía en un sismo?

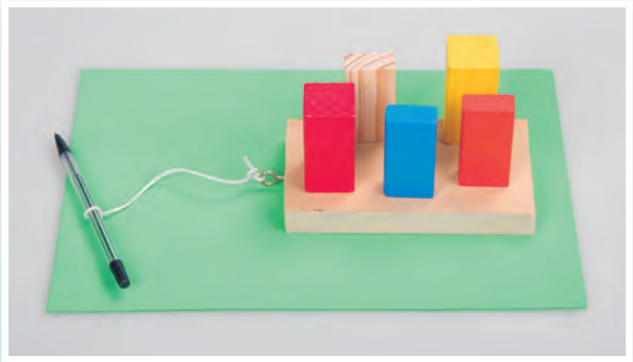
Lección

5 LOS **SISMOS** Y LA COMPRENSIÓN DEL INTERIOR DE LA **TIERRA**

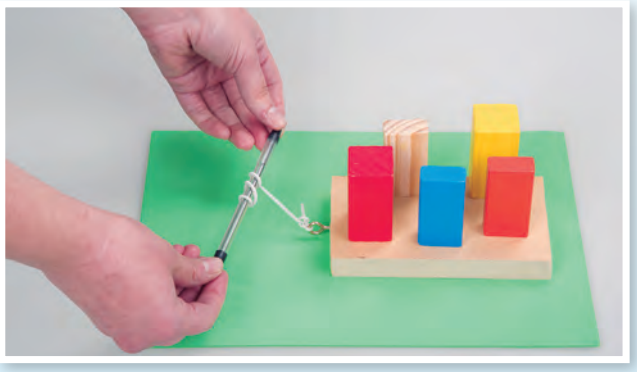


Para comenzar

Materiales: una superficie rectangular de madera, un elástico, un cáncamo, un lápiz y algunas cajitas.



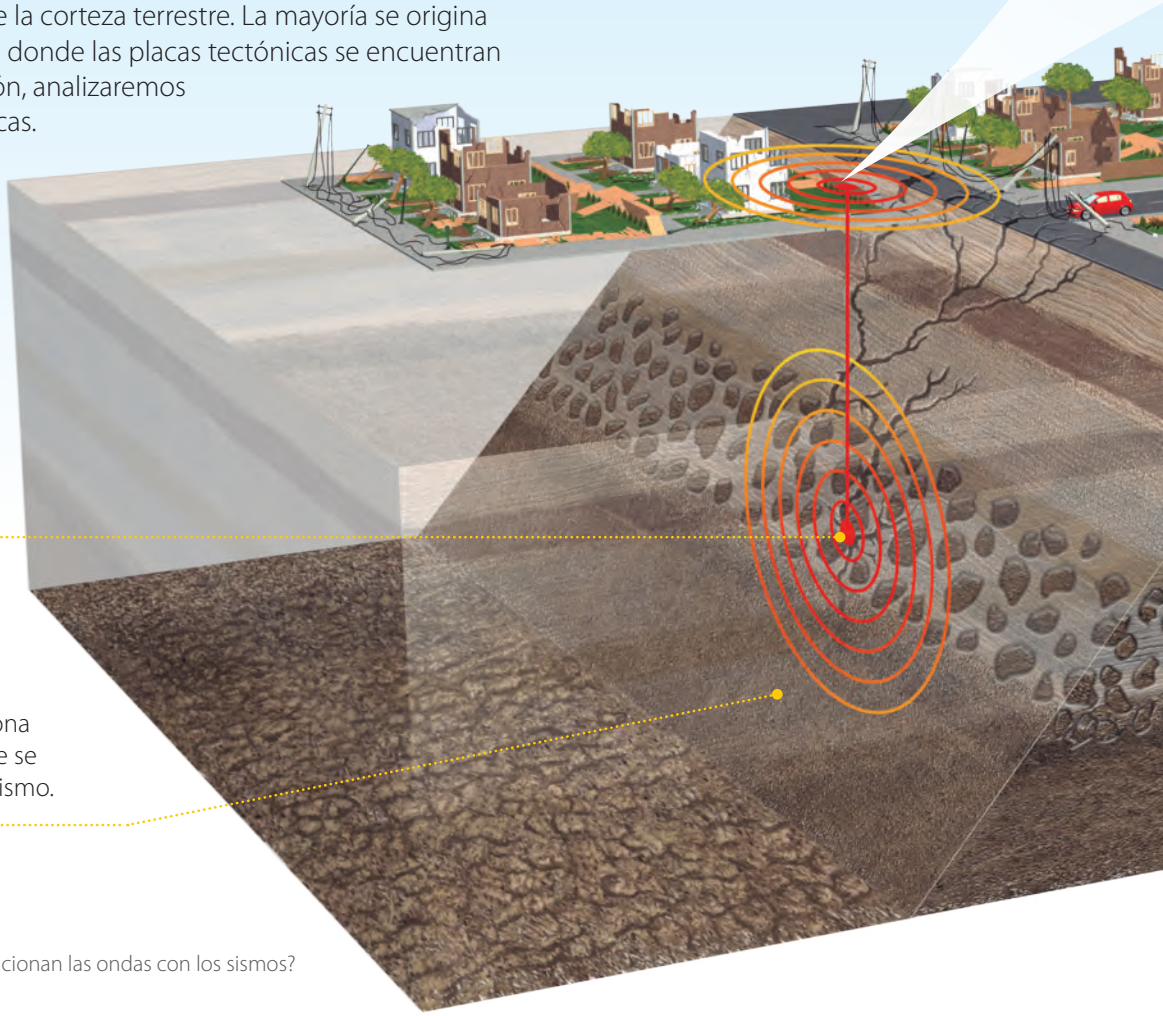
Armen el montaje que se muestra en la fotografía. Luego, dejen la tabla sobre una superficie rugosa.



Enrollen lentamente el elástico y observen qué sucede. ¿Qué representa la energía que se acumula a medida que enrolla el elástico?, ¿qué ocurre cuando se libera?

¿Cuáles son las características de un sismo?

Un sismo es la vibración de la corteza terrestre. La mayoría se origina por la ruptura de una zona donde las placas tectónicas se encuentran tensionadas. A continuación, analizaremos sus principales características.



El **foco** o **hipocentro** es el lugar de la litósfera donde se produce la ruptura y, en consecuencia, se origina el sismo.

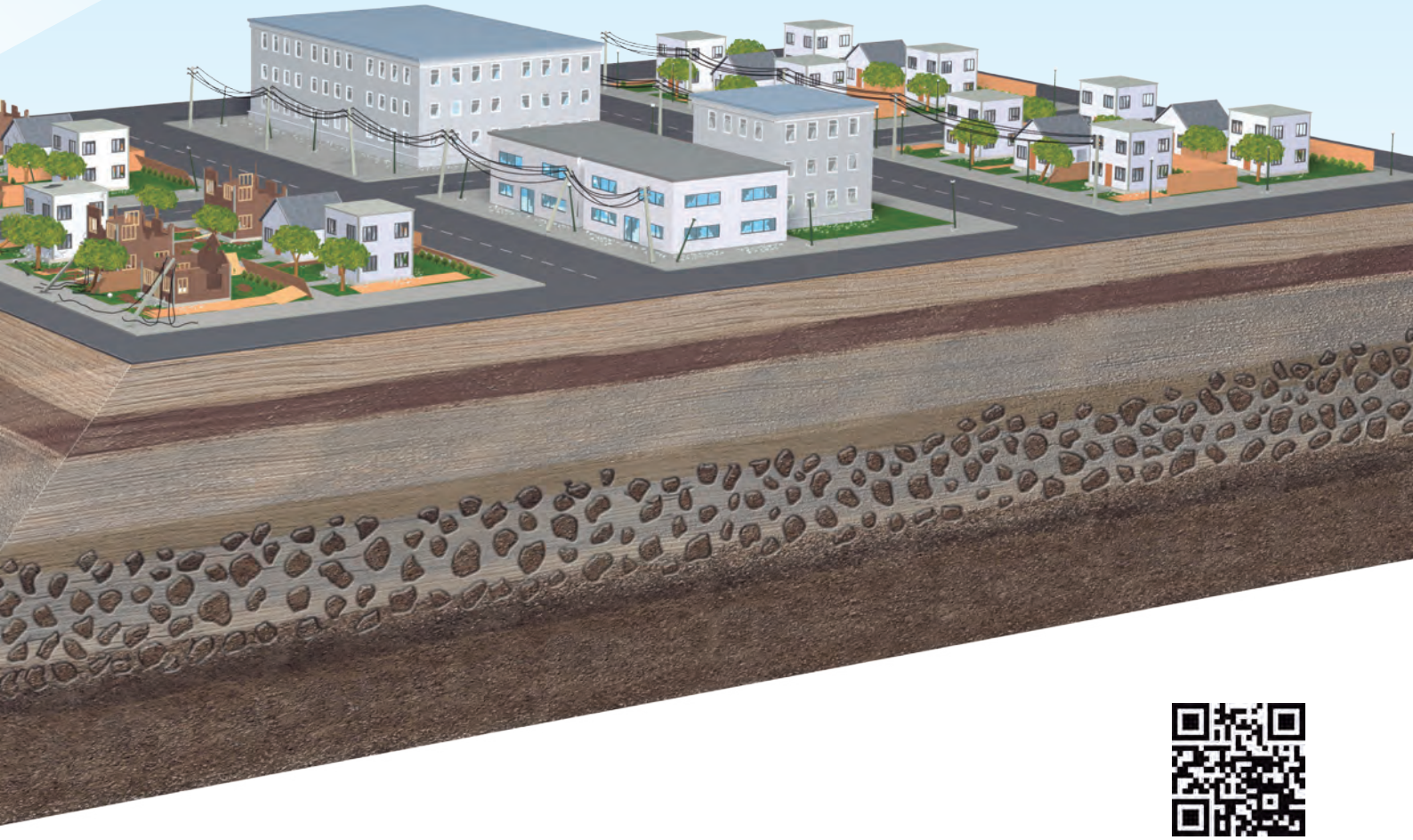
El **área de ruptura** es la zona o región de la litósfera que se reacomoda luego de un sismo.



El punto de la superficie terrestre que se encuentra sobre el foco del sismo es el **epicentro** (es la proyección vertical del hipocentro).

Actividad

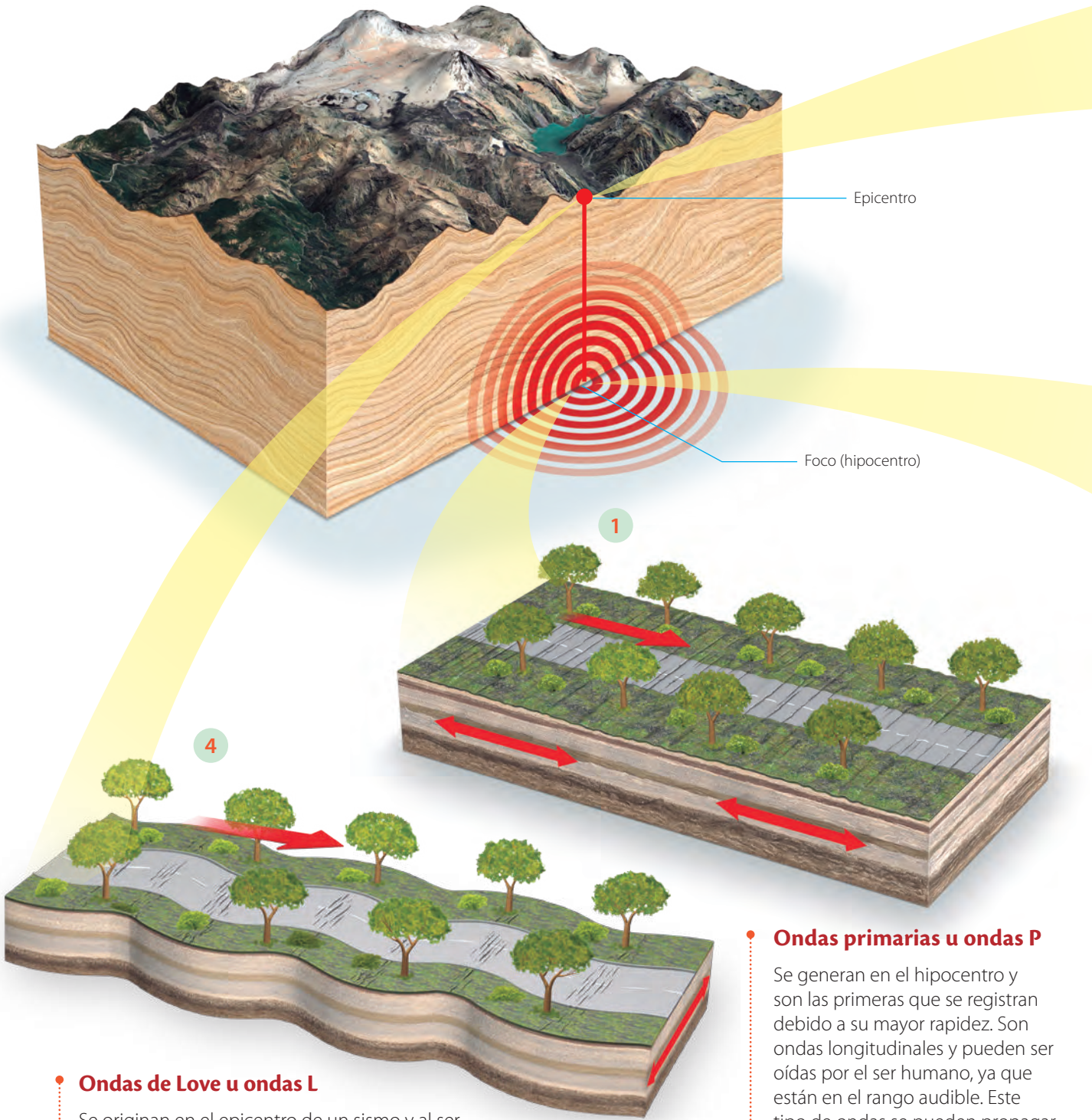
En parejas, creen un modelo en el que se represente cómo se relacionan la tectónica de placas con la actividad sísmica. Luego, hagan un video con sus celulares y preséntenlo al resto de sus compañeros.



F1P061

¿Cómo se propaga la energía de un sismo?

La energía que se libera en el área de ruptura de un sismo se propaga en forma de ondas. Estas se denominan **ondas sísmicas**. A continuación, veremos los diferentes tipos de ondas sísmicas que se pueden propagar desde el foco o el epicentro de un sismo.

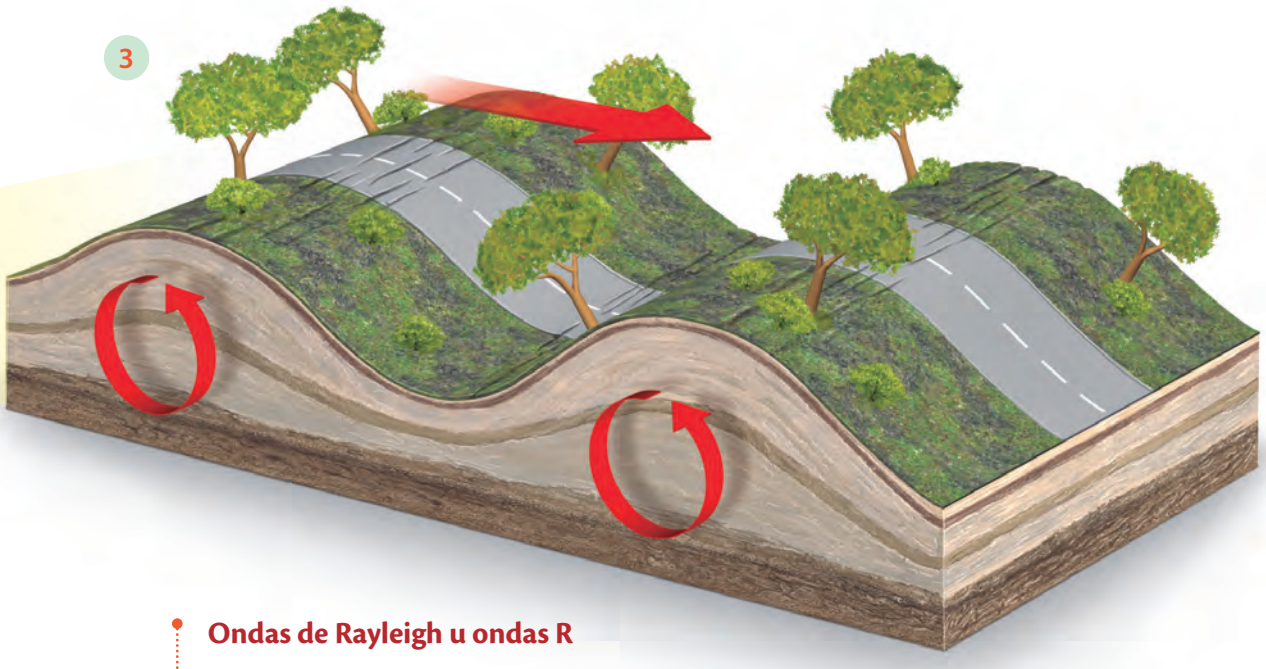


Ondas primarias u ondas P

Se generan en el hipocentro y son las primeras que se registran debido a su mayor rapidez. Son ondas longitudinales y pueden ser oídas por el ser humano, ya que están en el rango audible. Este tipo de ondas se pueden propagar en medios sólidos y líquidos.

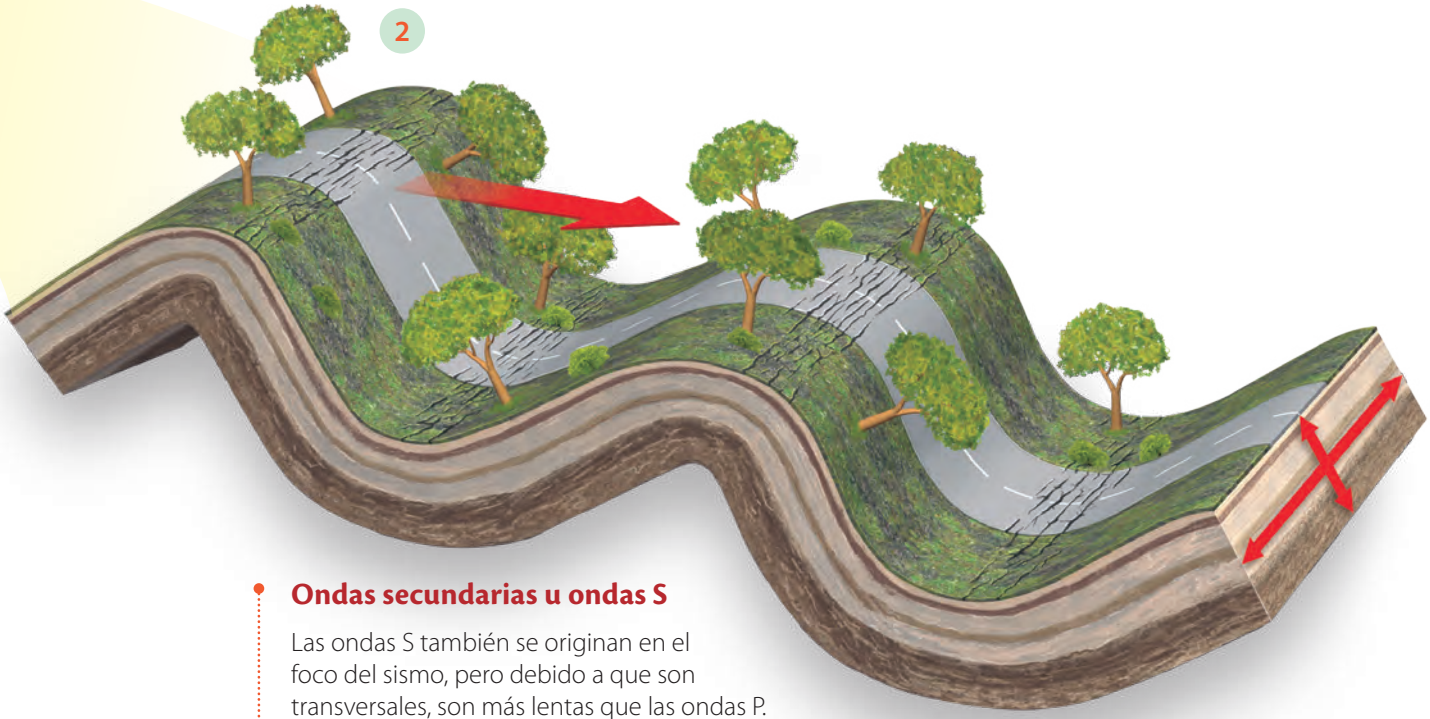
Ondas de Love u ondas L

Se originan en el epicentro de un sismo y al ser superficiales, son las que más daño generan en las edificaciones, ya que transportan mucha energía. Son las últimas en ser detectadas. El sentido de vibración de estas ondas es perpendicular al de su propagación.



Ondas de Rayleigh u ondas R

Son superficiales y se originan en el epicentro. Su movimiento es similar al oleaje del mar (en forma de elipses). Se detectan después de las ondas S.



Ondas secundarias u ondas S

Las ondas S también se originan en el foco del sismo, pero debido a que son transversales, son más lentas que las ondas P. Este tipo de ondas no se propaga en fluidos y se detectan después de las ondas P.

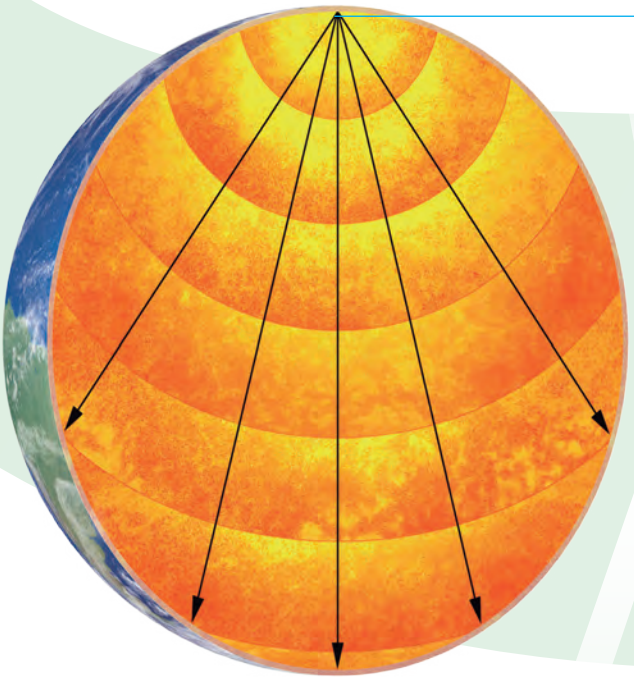
ACTIVIDAD

¿Por qué las ondas P son más rápidas que las ondas S? Para dar respuesta a esta interrogante, construyan un modelo en el que puedan visualizar dichas ondas.

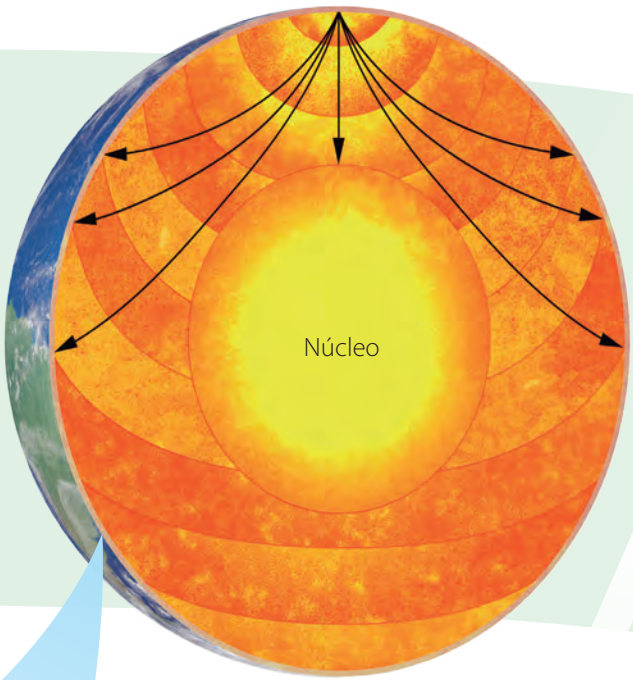
F1P063

¿Cómo las ondas sísmicas han permitido conocer el interior de la Tierra?

El estudio de la propagación de las ondas primarias y secundarias ha sido la principal fuente de información del interior de la Tierra. Desde inicios del siglo XX comenzó a establecerse el modelo de la geosfera, tal como veremos a continuación.

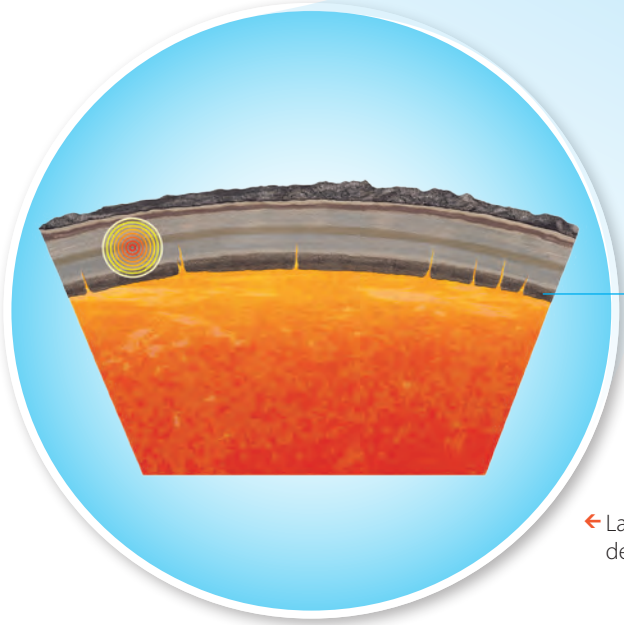


Si se considerara que nuestro planeta tiene una densidad homogénea, las ondas sísmicas generadas en un foco lo atravesarían sin experimentar desviación (ver imagen). Sin embargo, las evidencias muestran lo contrario.



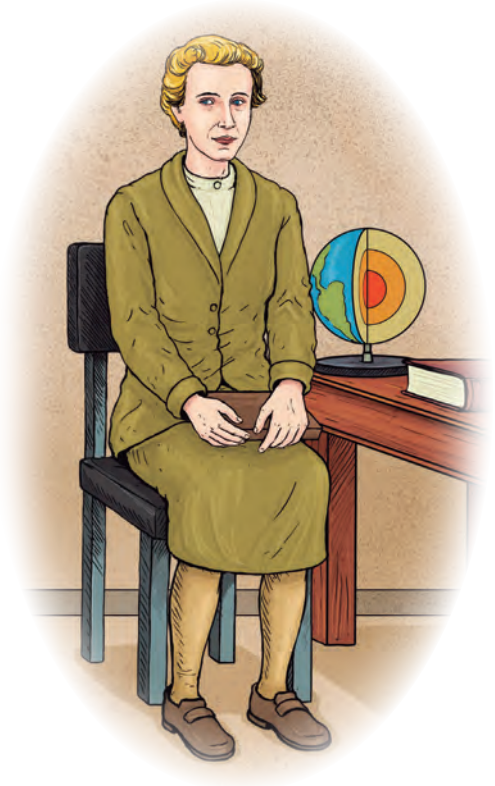
En 1909, el sismólogo Andrija Mohorovicic, determinó la existencia de un límite entre la corteza y el manto terrestre debido a diferencias en la rapidez de las ondas P. El límite entre ambas capas se denomina moho.

Tiempo después, el sismólogo Beno Gutenberg determinó que las ondas P y S eran afectadas por "algo" que estaba al interior del planeta. Así nació la idea del núcleo terrestre.

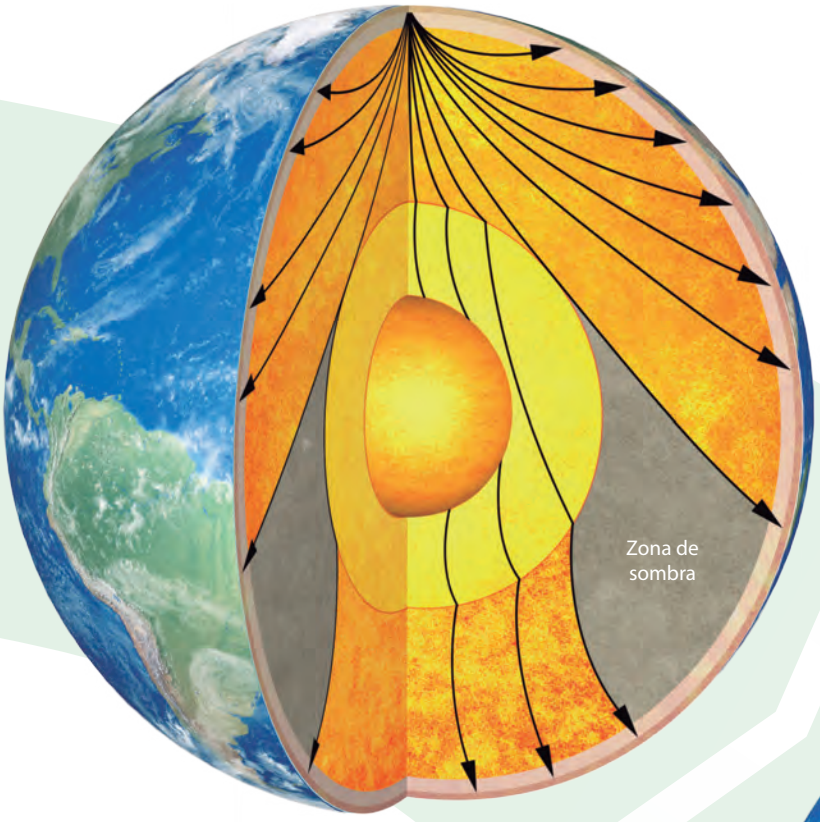


← La existencia de la corteza la determinó Mohorovicic.

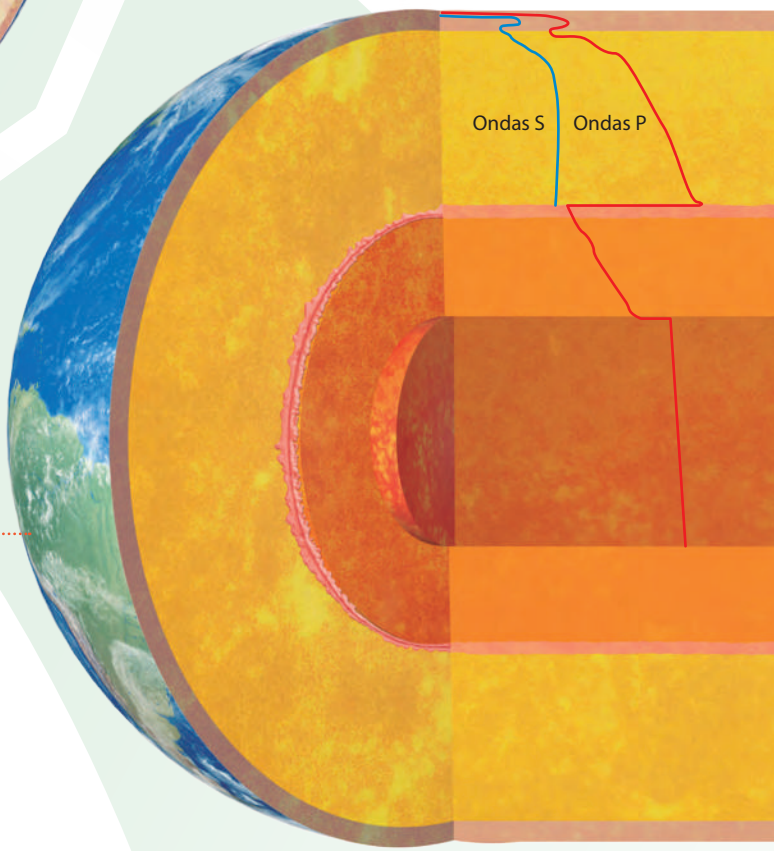
Cerca del año 1936, la sismóloga danesa Inge Lehmann, al estudiar las zonas de sombras de las ondas P (son regiones donde las ondas desaparecen), determinó que dentro del núcleo, que se presumía en estado líquido, existía un núcleo interno en estado sólido.



↑ La sismóloga Inge Lehmann.



Finalmente, con estudios más precisos del comportamiento de las ondas S y P, se determinaron otros límites, como el que existe entre el manto superior e inferior, y se afinó el modelo del interior de la Tierra.



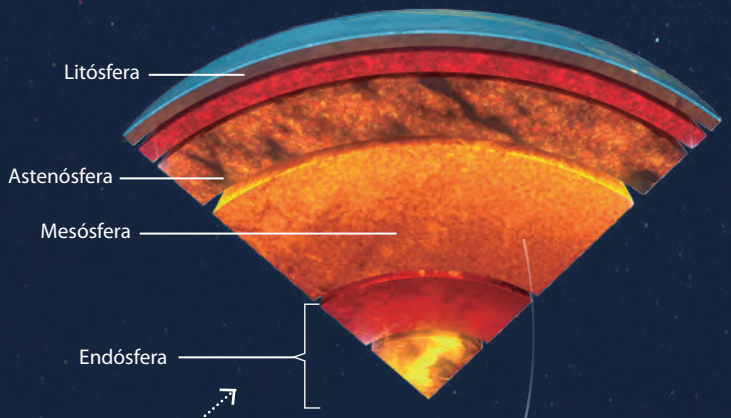
Actividad

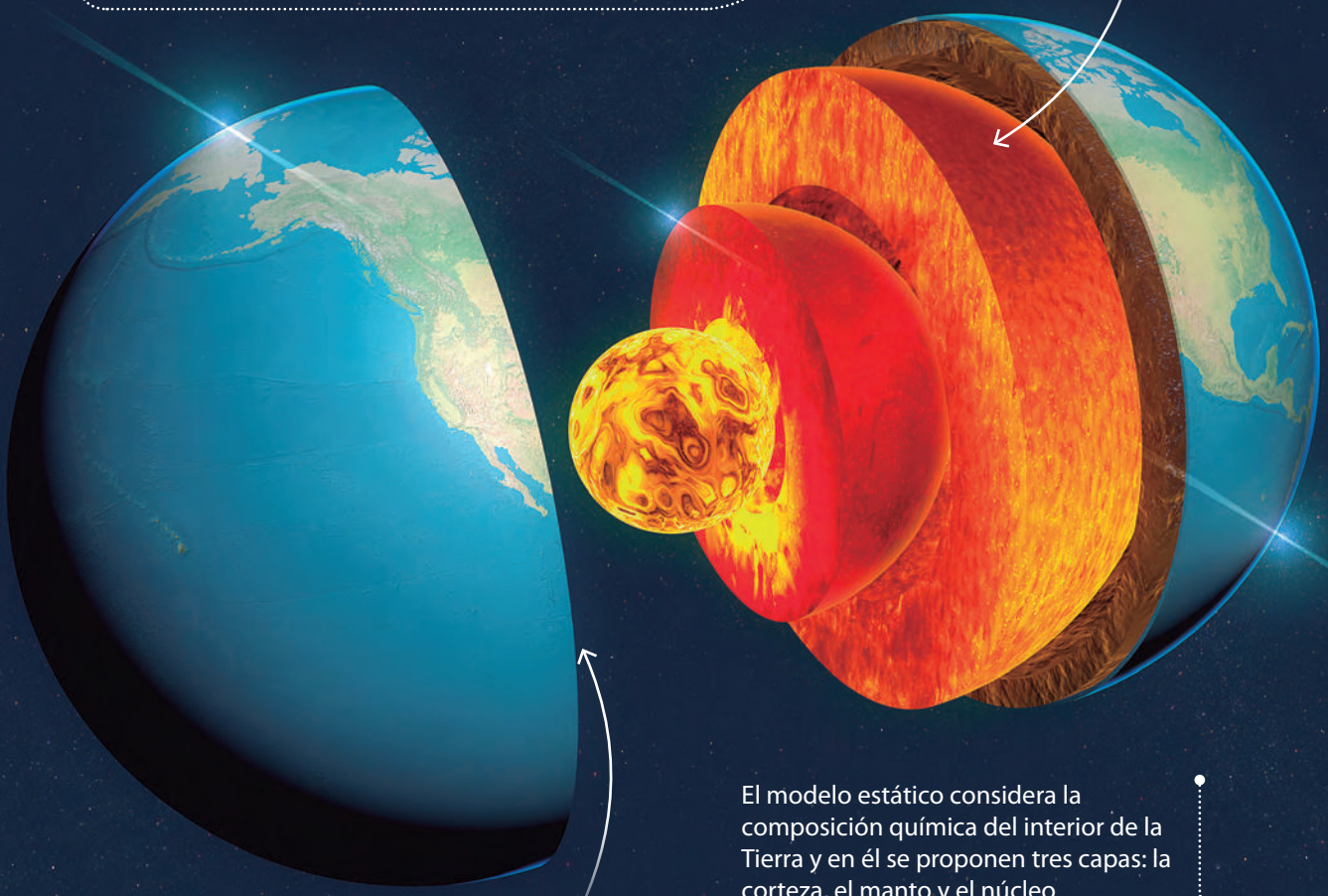
Describe, empleando el modelo ondulatorio, ¿cómo se determinó la estructura interna de la Tierra? Para ello, utiliza conceptos como propagación, rapidez y refracción de una onda.

¿Qué modelos dan cuenta del interior de la Tierra?

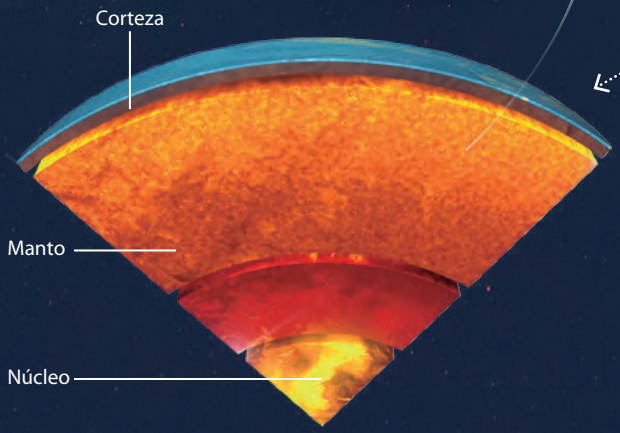
Gracias al estudio de las ondas sísmicas, se desarrollaron los modelos del interior de la Tierra. Estos son el **dinámico** y el **estático**.

El modelo dinámico considera el comportamiento mecánico del interior de nuestro planeta. Las capas terrestres en este modelo son la litósfera, la astenósfera, la mesósfera y la endósfera, esta última formada por el núcleo externo e interno.





El modelo estático considera la composición química del interior de la Tierra y en él se proponen tres capas: la corteza, el manto y el núcleo.



Actividad

Profundiza en lo siguiente:

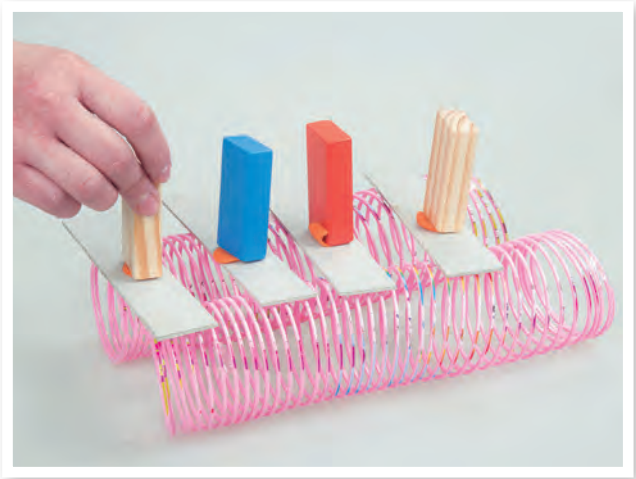
- ¿Son ambos modelos igualmente válidos?
- ¿Qué características tienen las capas en cada modelo? Investiga su grosor, estado, densidad y temperatura.

¿Cómo se comportan las edificaciones frente a los diferentes tipos de ondas sísmicas?

Paso 1 Planifico y ejecuto una investigación



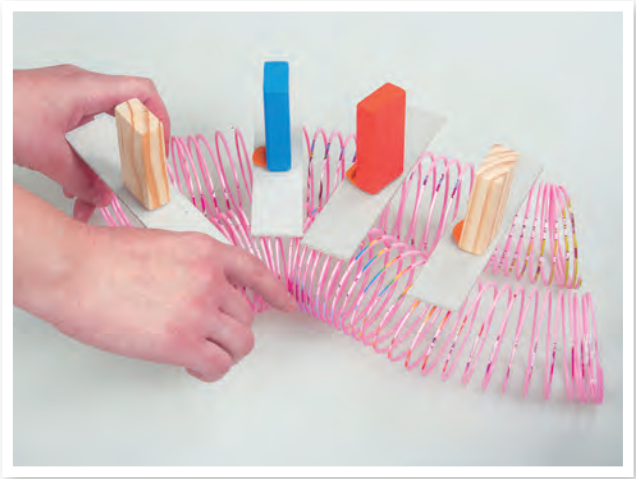
Consigan dos resortes tipo *slinky,* cartón, diferentes tipos de cajitas pequeñas, plasticina, tijeras y pegamento.



Corten el cartón en tiras y péguenlo a los resortes. Luego, usando un poco de plasticina, fijen las cajitas al cartón.



Fijen los extremos de los resortes en la mesa y háganlos oscilar, simulando ondas longitudinales u ondas P. Observen qué sucede.



Ahora, hagan oscilar los resortes de forma transversal, simulando ondas L.

Paso 2 Organizo y analizo los resultados

a. ¿Qué diferencias y similitudes se observaron en las dos situaciones?

b. ¿Tienen evidencias para señalar cuál de las ondas produce efectos más notorios sobre las edificaciones?

Paso 3 Concluyo y comunico

a. ¿Qué modificarían de la actividad para modelar otras ondas sísmicas?

b. Hagan un video del experimento y compártanlo.

Lección 6

LA **ENERGÍA** LIBERADA POR UN **SISMO**

Para comenzar

Materiales: diez cajitas iguales.



Distribuyan las cajitas en torno a un punto de una mesa, tal como se muestra en la imagen.

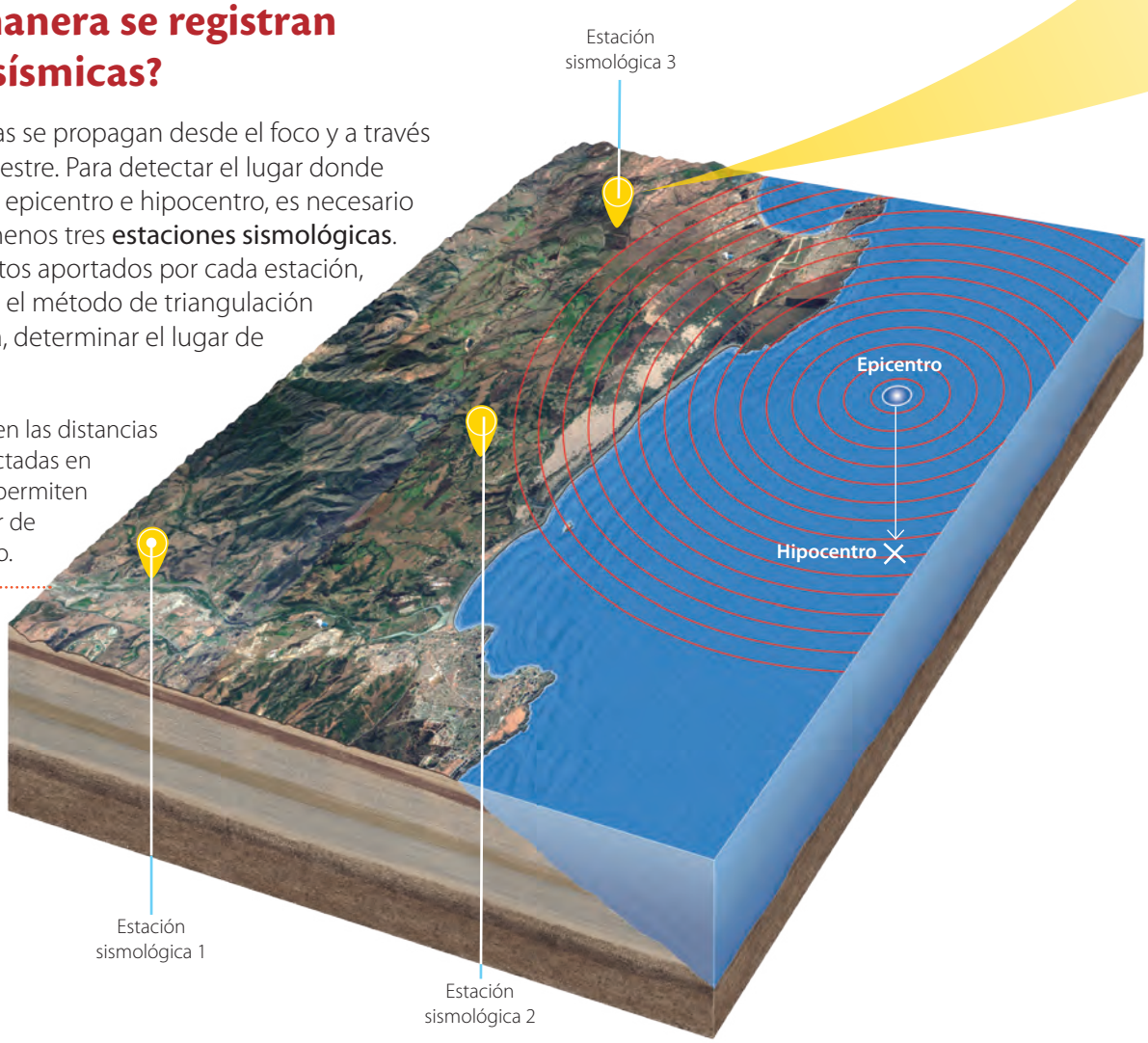


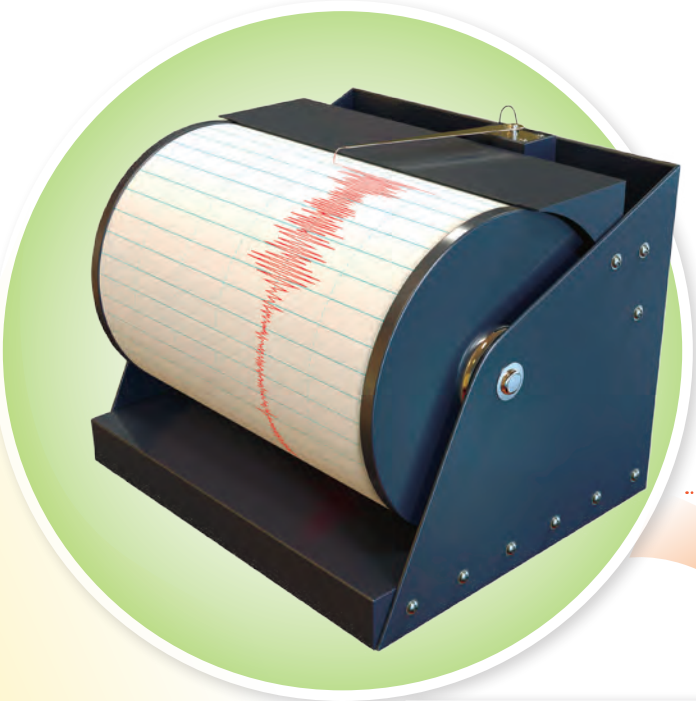
Golpeen sobre el punto de la mesa y observen. ¿Qué representa el punto que golpearon?, ¿qué ocurrió con las cajitas según la distancia a la que se encontraban del punto?

¿De qué manera se registran las ondas sísmicas?

Las ondas sísmicas se propagan desde el foco y a través de la litósfera terrestre. Para detectar el lugar donde estas se generan, epicentro e hipocentro, es necesario una red de a lo menos tres **estaciones sismológicas**. A partir de los datos aportados por cada estación, es posible aplicar el método de triangulación y, de esta manera, determinar el lugar de origen del sismo.

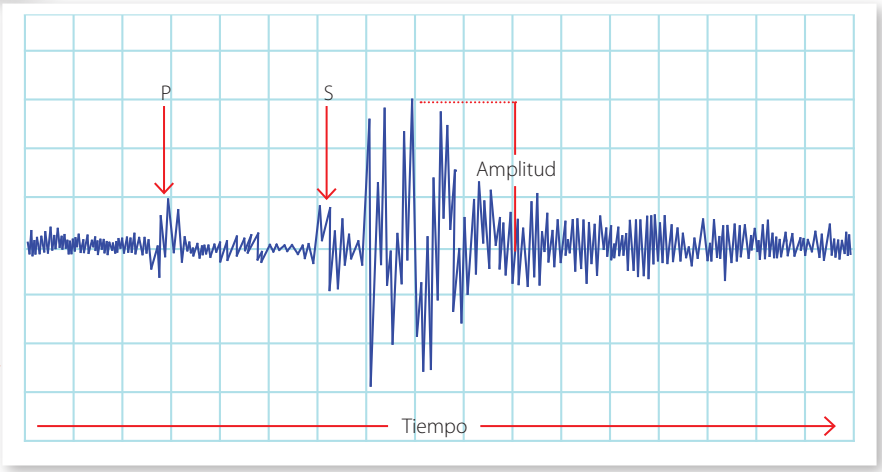
- Las diferencias en las distancias y tiempos detectadas en las ondas S y P permiten localizar el lugar de origen del sismo.





Al interior de una estación sismológica se encuentra un instrumento denominado **sismógrafo**, el que permite hacer un registro gráfico de un evento sísmico. A medida que un sismo se desarrolla, una aguja marca sobre un tambor móvil los cambios en las vibraciones. Los sismógrafos actuales usan una memoria digital en lugar de un tambor.

El registro gráfico de un sismo se denomina **sismograma**. En este, las primeras ondas en ser detectadas son las ondas P, luego las S y finalmente las ondas superficiales.



↑ A partir del tiempo transcurrido entre la primera onda S y la primera onda P, se puede determinar la distancia entre el epicentro y la estación sismológica.



CeluLab



Descarguen de un sitio de libre uso una aplicación de sismógrafo o vibrómetro.



Activen la aplicación y pongan el celular sobre una mesa. Luego háganla vibrar y observen. ¿De qué manera piensan que funciona esta aplicación?, ¿qué sensores del celular emplea?

¿Cómo se mide un sismo?

Para medir la energía liberada por un sismo se emplean las escalas de magnitud sísmica, que son principalmente la **escala de Richter** (M_L) y la de **magnitud de momento sísmico** (M_W). En la actualidad, la más utilizada es la de magnitud de momento debido a que, a diferencia de la escala de Richter, no se satura para sismos de gran magnitud (sobre 8 grados) y, además, es más precisa para sismos de baja o alta magnitud.

Las escalas de magnitud no son lineales, sino que logarítmicas, es decir, un sismo de 4 grados de magnitud no es el doble de uno de 2 grados, sino que más de 1000 veces mayor.



Valdivia, Chile 1960 (9,5). Es el sismo registrado de mayor magnitud de la historia.

Alaska, EE.UU 1964 (9,2)

Sumatra, Indonesia 2004 (9,1)



Tohoku, Japón 2011 (9,0). Generó uno de los tsumanis más devastadores de la historia de Japón.

Sumatra, Indonesia 2007 (8,5)



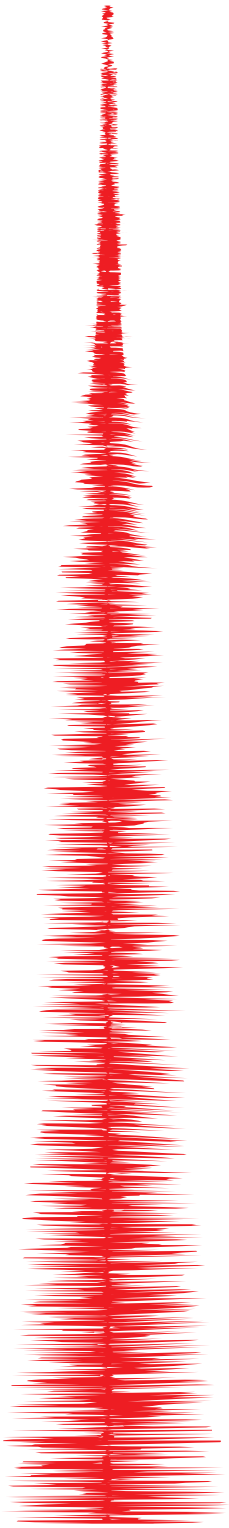
Chile 2010 (8,8). Después de 1960, es el terremoto más devastador registrado en Chile.

Haití 2010 (7,0)

La intensidad de un sismo

Una forma indirecta de medir un sismo es a través de los efectos que este tiene sobre el terreno y las edificaciones. Esto se logra mediante la intensidad, cuya escala de medición es la de **Mercalli modificada** (M_M), la que depende de factores como la distancia al epicentro, la profundidad del foco, el tipo de terreno y la calidad de las construcciones. Esta escala consta de doce grados, los que se detallan a continuación.

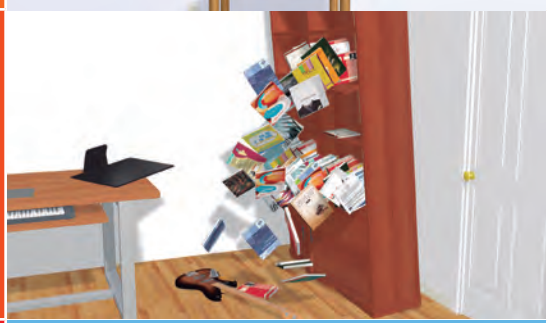
¿Por qué un mismo sismo puede tener una magnitud de momento sísmico de 6 y una intensidad de X?



I	Solo registrado por instrumentos.
II a III	Apenas perceptible.
IV a V	Percibido con claridad. Se desplazan objetos ligeros.
VI a VII	Se desplazan muebles pesados y construcciones ligeras sufren daños.
VIII	Las construcciones experimentan serios daños.
IX	Hay derrumbes y se aprecian algunas grietas en el suelo.
X	Gran parte de las construcciones se destruyen.
XI	Hay derrumbes, caen puentes y se desplaza el terreno.
XII	Destrucción total, y puede cambiar la geografía del lugar.













¿Qué consecuencias tienen los sismos?

Tsunamis

Cuando el epicentro de un sismo es en el océano o cercano a la costa, se puede producir un **tsunami**. Este es un tren de olas que impacta la costa y se origina después de un terremoto.

La energía que se libera en la zona de ruptura en la corteza oceánica es transmitida en forma de ondas.

Hipocentro

Las ondas se propagan con una rapidez cercana a los 800 km/h y su altura casi no se distingue del oleaje.

A medida que la profundidad del fondo se reduce, la ola del tsunami aumenta de altura, pudiendo adentrarse varios kilómetros en tierra.



Efectos del tsunami de 2010 en Chile.

¿Qué hacer en caso de alerta de tsunami?

- Caminar rápidamente a sectores altos (30 m).
- Evitar el uso de automóviles.
- No descender hasta que se levante la alerta.

↑ Tsunami de Japón de 2011.

Efectos en la sociedad e infraestructura

Son múltiples los efectos que un sismo de gran magnitud puede generar en un país, tal como se muestra en el esquema.

Daños en las construcciones



Derrumbes de puentes



Daños en caminos y estructura vial



Incendios debido a roturas de ductos de gas



Efecto en la salud y la vida de las personas



Actividad

En grupos, investiguen y debatan en torno a las siguientes preguntas:

- ¿Qué efectos puede ocasionar en la economía y en la sociedad de un país un sismo de gran magnitud?
- ¿Qué medidas deben adoptar al momento de un sismo?
- Para finalizar, señalen cuál es la forma o medio más adecuado para comunicar su investigación a sus compañeros.

Construyendo el modelo de un sismógrafo

Paso 1 Concibo el modelo

¿Qué características debería tener el sismógrafo que construyamos para que sea funcional?

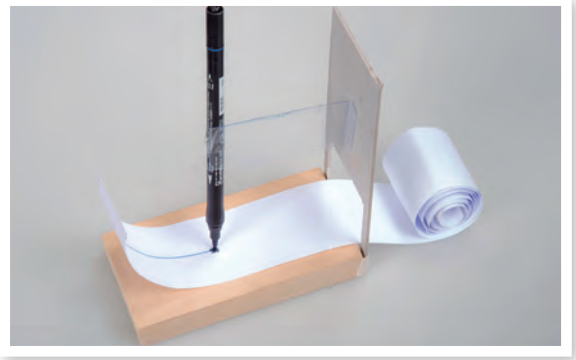
Paso 2 Construyo



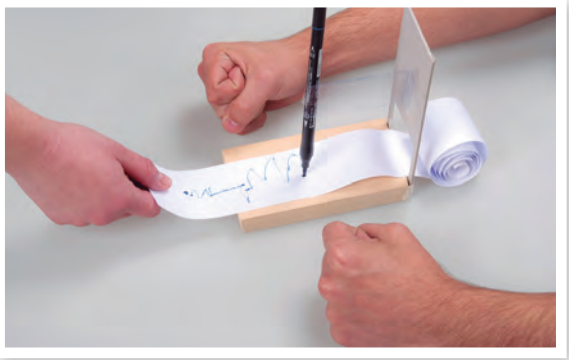
Materiales: una base de madera, un trozo de mica flexible, un plumón o lápiz que marque con facilidad, cartón, pegamento, cinta de papel y cinta adhesiva.



Corten el cartón y péguenlo a la base de madera, tal como se ve en la imagen.



Con el resto de los materiales, realicen el montaje de la imagen.



Ahora, mientras uno de ustedes hace oscilar la mesa, el otro debe tirar lentamente la cinta de papel. Observen.

Paso 3 Analizo y evalúo el modelo

a. En el registro que obtuvieron en la cinta de papel, ¿de qué manera pueden identificar la intensidad del movimiento?

b. ¿Cómo mejorarían el modelo de sismógrafo?

c. ¿Qué sucedería si el movimiento fuese vertical?, ¿les serviría su sismógrafo?

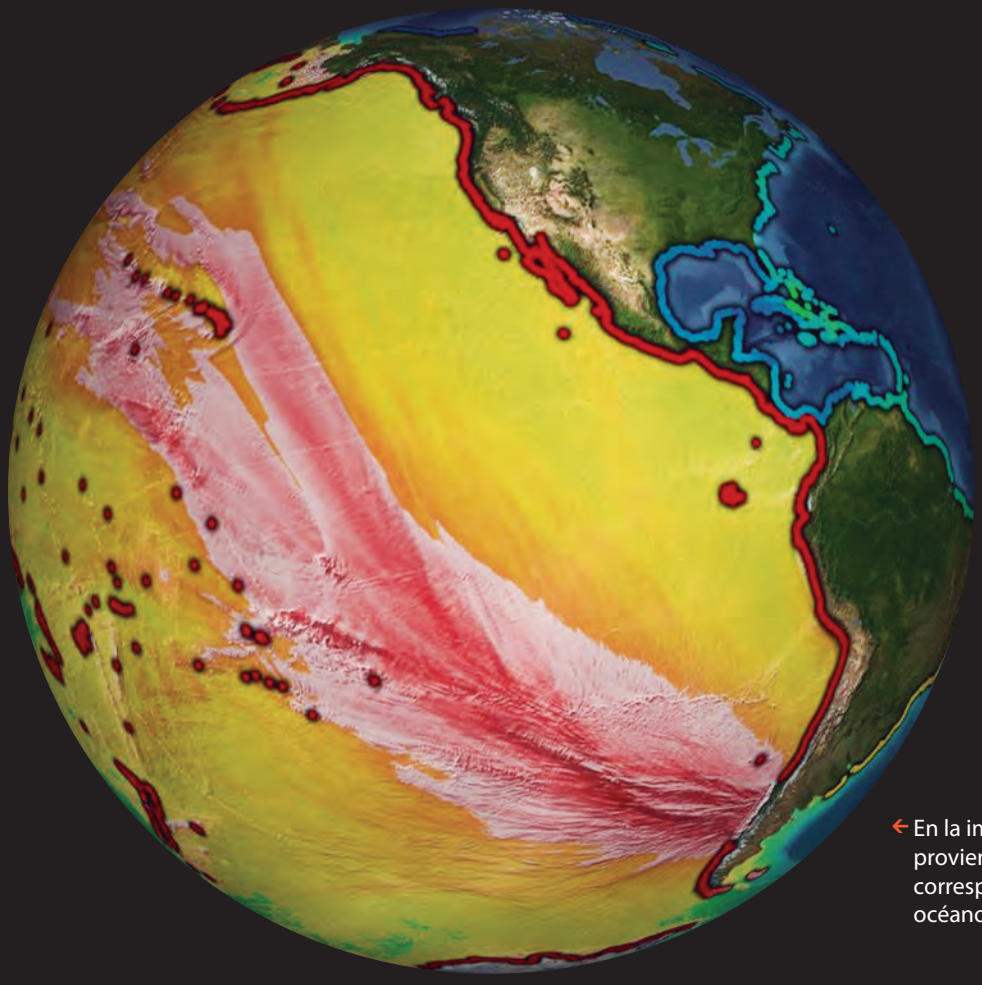
DESAFÍO

Preparen una presentación en video en la que incluyan animaciones de sitios web confiables para explicar el funcionamiento de un sismógrafo.

EL IMPACTO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LA SOCIEDAD

¿Dónde se estudia la actividad sísmica en Chile?

En la actualidad, la actividad sísmica en Chile es monitoreada por el **Centro Sismológico Nacional** (CSN), dependiente de la Universidad de Chile. Este centro permite entregar información confiable de los sucesos sísmicos en tiempo real a entidades como la ONEMI, encargada, entre otras cosas, de las emergencias suscitadas por catástrofes naturales. El CSN está compuesto por especialistas en ciencias de la Tierra y continuamente desarrolla investigación para mejorar sus metodologías.



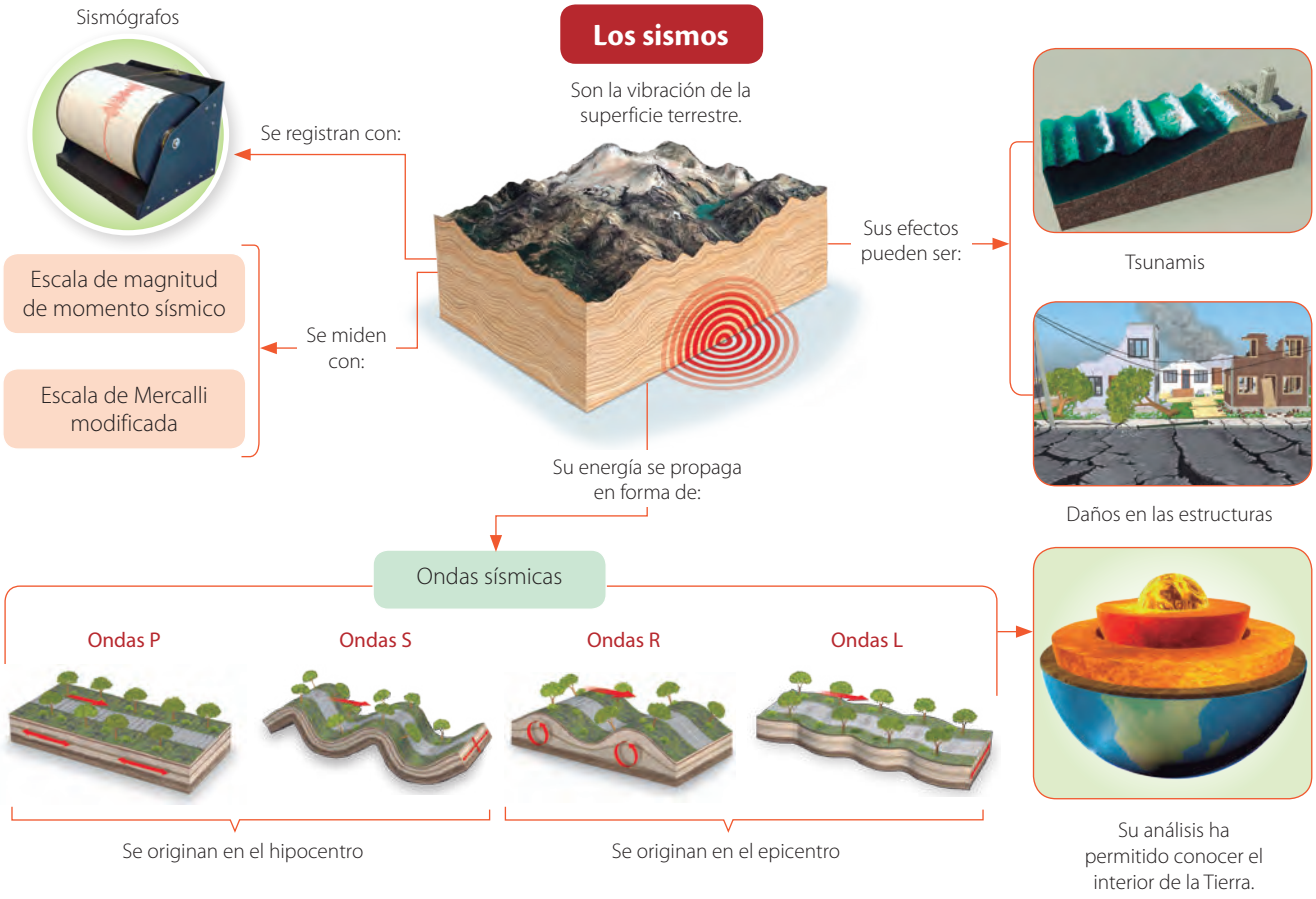
Cada 50 años ocurre en Chile un megaterremoto

Un grupo de investigadores liderados por el académico del departamento de Geofísica de la Universidad de Chile Sergio Ruiz concluyó, a partir de una revisión de la historia y basada en evidencias geológicas, que los megaterremotos se producen con una frecuencia de dos por siglo. Es importante mencionar que un megaterremoto es un evento capaz de fracturar una porción importante de las placas tectónicas en contacto.

← En la imagen, la zona rosada que proviene de la costa de Chile, corresponde al tsunami que cruzó el océano Pacífico en el terremoto de 1960.

SÍNTESIS Y EVALUACIÓN

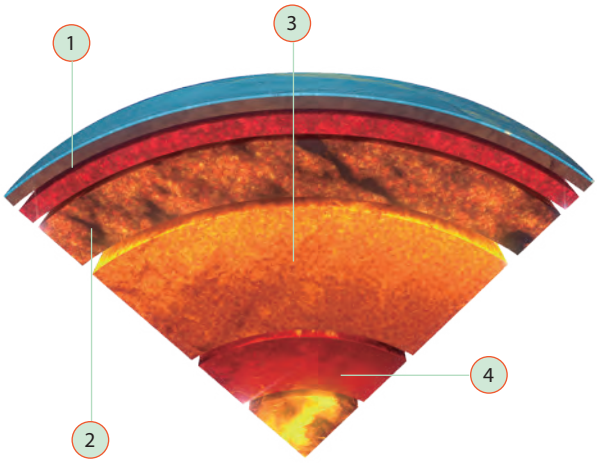
Para sintetizar



Para saber cómo voy

Identifica

1. Según el modelo dinámico del interior de la Tierra, ¿qué capas son indicadas por los números?

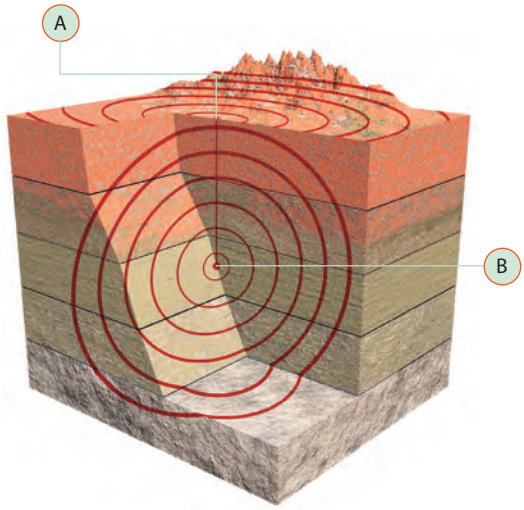


Explica

2 ¿Qué miden la magnitud y la intensidad de un sismo, respectivamente?

Explica

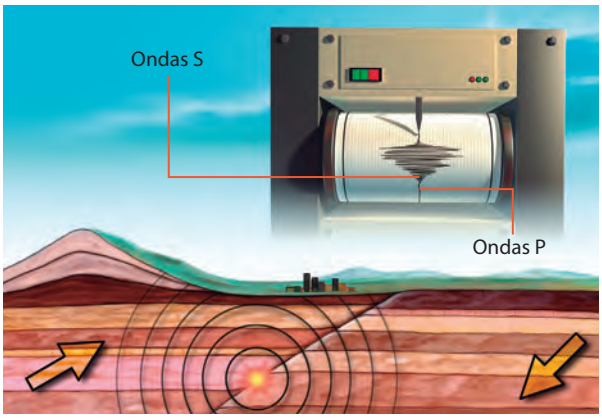
3. En la imagen se indican dos de las características de un sismo.



¿A qué corresponde cada una de ellas?, ¿en qué se diferencian?

Infiere

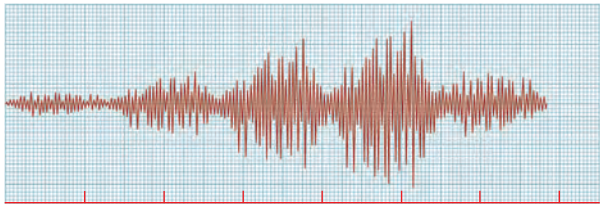
4. En un sismo, una estación sismológica detecta las ondas P e inmediatamente las ondas S.



¿Qué se puede inferir de la ubicación de la estación sismológica respecto del epicentro?

Analiza

5. En el siguiente sismograma se muestra el registro de un sismo.

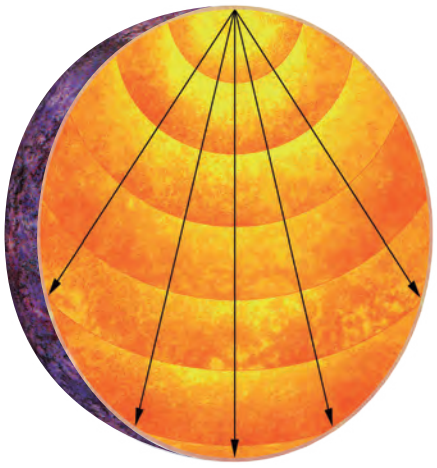


a. ¿De qué forma evolucionó el sismo en el transcurso del tiempo? Describe.

b. ¿Entre qué instantes el sismo tuvo una mayor magnitud?

Aplica

6. Las ondas sísmicas que atraviesan un planeta se comportan como se muestra en la imagen.



¿Qué podrías concluir acerca de su estructura interna?

Aplica

7. Imagina que debes elaborar dos instructivos con recomendaciones en caso de sismo y de tsunami.

Instructivo en caso de un sismo
Cuatro recomendaciones

Instructivo en caso de un tsunami
Cuatro recomendaciones

¿Qué recomendaciones darías en cada caso?

Para cerrar

- ¿Cuál sería tu respuesta a la gran pregunta planteada en el título de unidad?

Unidad 4

¿QUÉ ESTRUCTURAS COMPONEN NUESTRO UNIVERSO?



- ¿Qué cuerpos y estructuras cósmicas conoces?
- ¿Qué sabes acerca de la observación astronómica en Chile?



Lección

7 OBSERVANDO EL **COSMOS**

Para comenzar

Materiales: Un transportador, una bombilla, cinta adhesiva, una brújula, hilo y un sacapuntas.



Con los materiales, armen el instrumento que se muestra en la fotografía.



Observen una porción del cielo por varios días y registren con el instrumento y una brújula la posición de algunas estrellas. ¿Qué importancia tiene la observación astronómica?

¿Cómo se conforma el universo cercano?



Un **planeta** es un cuerpo celeste que orbita a una estrella (o los restos de una), posee la masa necesaria para que su forma sea esférica y no tiene en su cercanía restos de cuerpos menores, como asteroides, gas o polvo (todos remanentes de la formación planetaria). Además, a diferencia de una estrella, en un planeta no se producen reacciones nucleares en su interior.



Los **satélites naturales** son cuerpos que orbitan a un planeta y que poseen un tamaño inferior a este. Sin embargo, un cuerpo celeste que orbita a otro, puede ser entendido como "un satélite".

Los **asteroides** son cuerpos formados por metal y roca. En el sistema solar se encuentran principalmente en el cinturón de asteroides, entre Marte y Júpiter.

Un **meteoroide** es una pequeña roca en el espacio de hasta 10 m.

Un **meteoro** es la luz emitida por un meteoroide a medida que entra a la atmósfera.

Los **bólidos** son meteoros que estallan en la atmósfera.

Los **meteoritos** son los fragmentos que sobreviven al pasar a través de la atmósfera y llegan al suelo.

Los **cometas** son cuerpos formados por hielo, gas y polvo. Algunos realizan órbitas elípticas alrededor del Sol. Proceden de las regiones más externas del sistema solar el cinturón de Kuiper o de la nube de Oort.

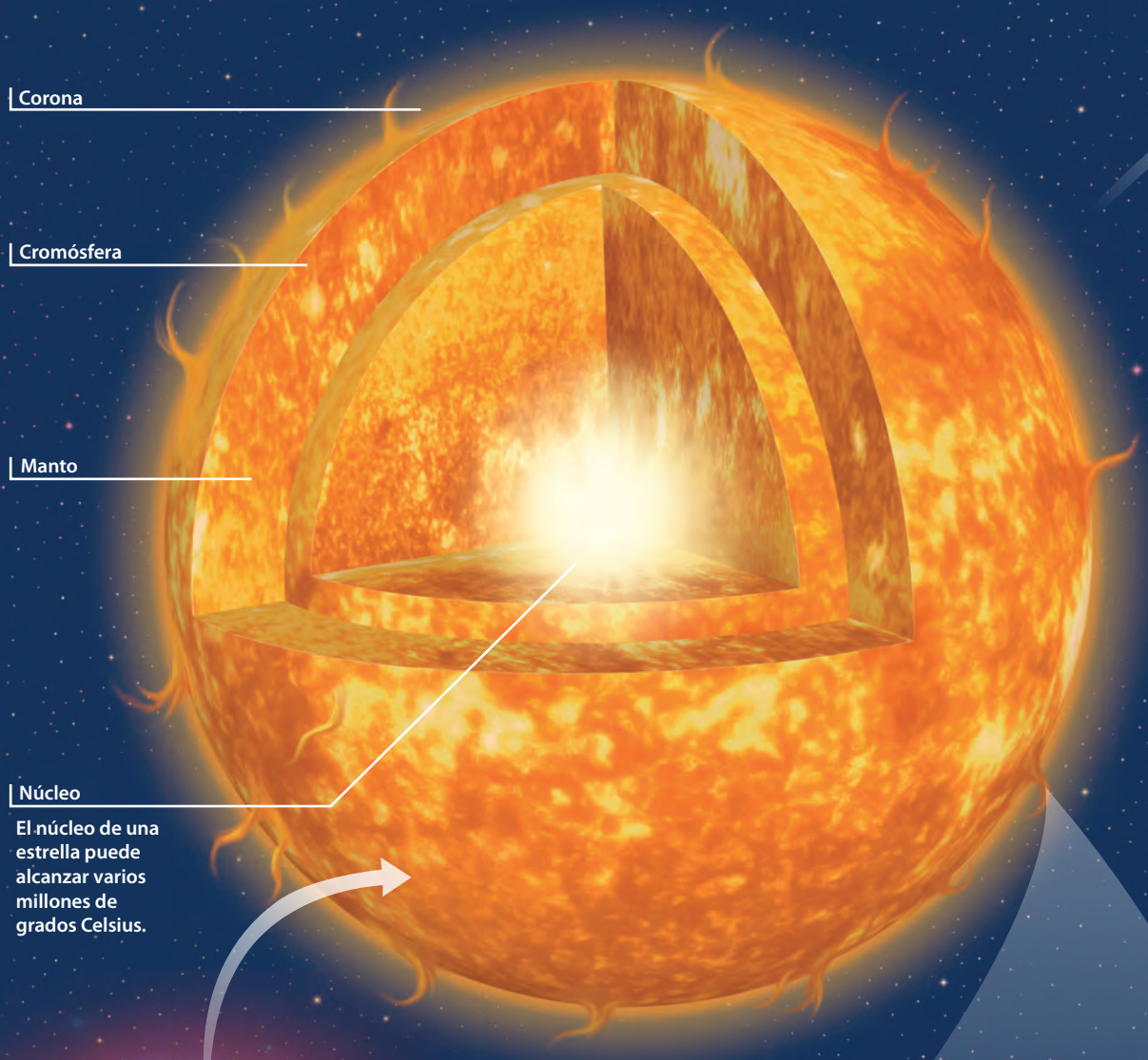
Los cometas realizan órbitas en torno al Sol.

Actividad

- Confecciona una tabla en la que puedas comparar las diferentes características de los cuerpos celestes presentados en estas páginas.
- ¿Qué son los asteroides troyanos?
- ¿Por qué la cola de un cometa es siempre opuesta al Sol?

Las estrellas

Una **estrella** es un cuerpo de gran masa, que se caracteriza por emitir luz propia, gracias a procesos físicos y químicos que ocurren en su interior. Su estructura se muestra en el siguiente esquema.



El núcleo de una estrella puede alcanzar varios millones de grados Celsius.

Las estrellas nacen en estructuras formadas por gas y polvo, denominadas nebulosas. Producto de la atracción gravitacional, el gas se condensa, aumenta su presión y temperatura y da origen a las estrellas.





→ En la superficie de una estrella se originan enormes llamaradas, las que emiten todo tipo de radiaciones.

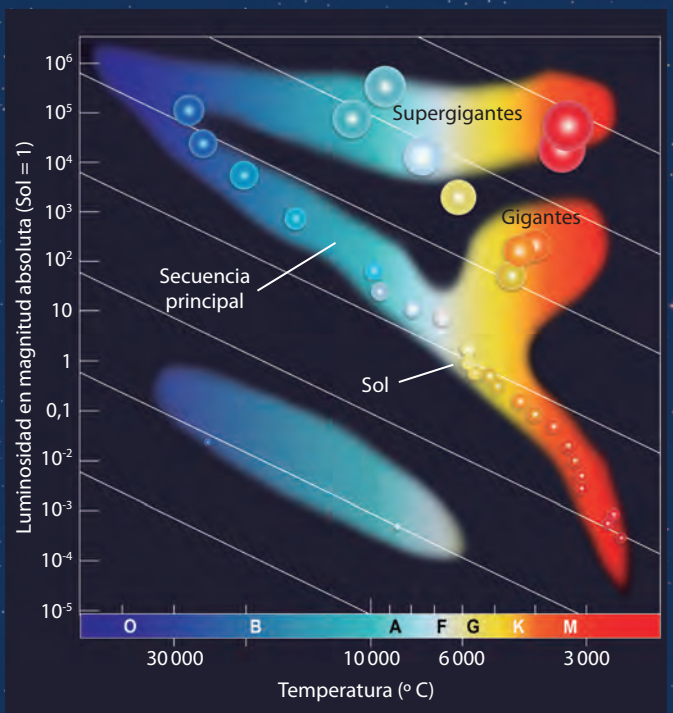
¿Cómo se clasifican las estrellas?

Existen varios criterios de clasificación de las estrellas, como su luminosidad, su color, temperatura o tamaño.



Según el color y la temperatura, las estrellas se clasifican en los **tipos espectrales**. En la tabla, se presenta dicha clasificación.

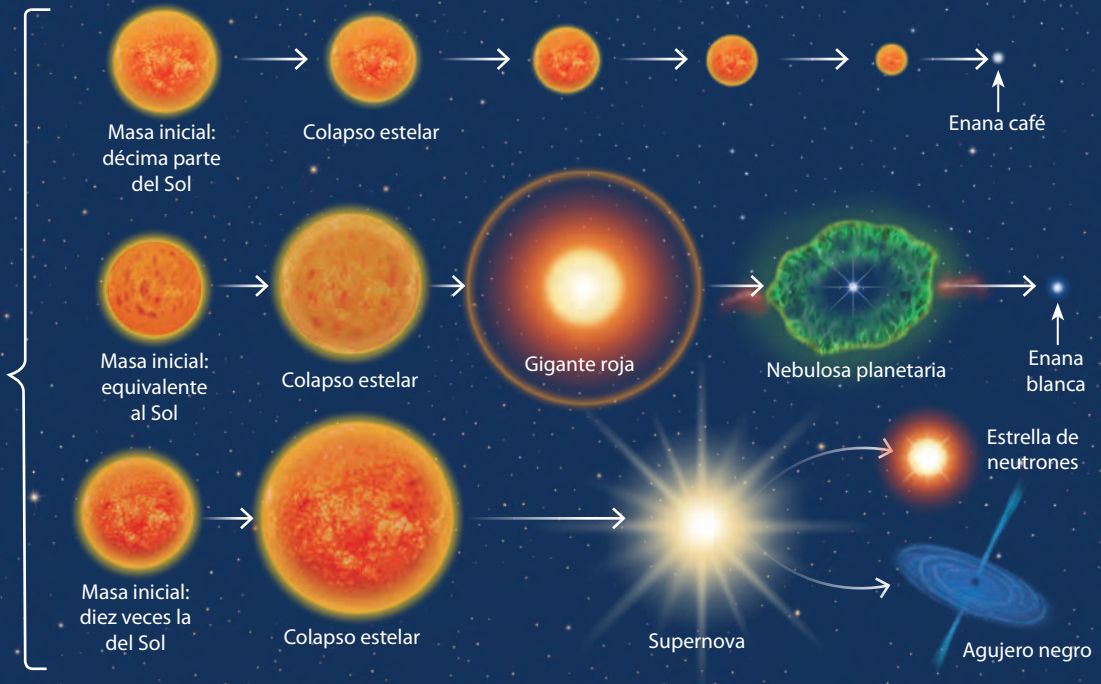
Tipos espectrales		
Tipo	Temperatura (°C)	Color
O	40 000-28 000	Azul
B	> 28 000-10 000	Azulado
A	> 10 000-8000	Blanco
F	> 8000-6000	Amarillo
G	> 6000-4900	Anaranjado
K	> 4900-3500	Naranja
M; L	> 3500-1600	Rojo



↑ Un sistema para clasificar y agrupar estrellas es el **gráfico H-R**, en donde en el eje horizontal se sitúa la temperatura y en el vertical la luminosidad o magnitud absoluta. El nombre del diagrama se debe a los astrónomos que contribuyeron a su desarrollo, el danés Ejnar Hertzprung y el estadounidense Henry Russell. La mayoría de las estrellas se agrupa en una franja diagonal, denominada secuencia principal.

¿De qué manera evolucionan las estrellas?

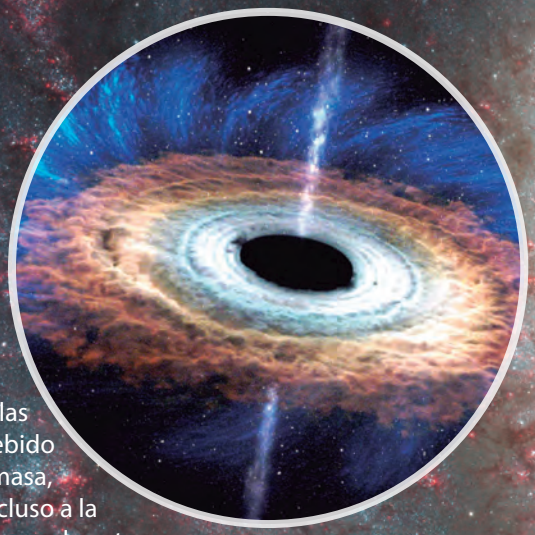
De cómo evolucione una estrella depende, principalmente, de su masa inicial, tal como se muestra en el esquema.



F1P083

¿Cómo es el universo a gran escala?

Una **galaxia** es una estructura supermasiva (de gran masa) que se mantiene cohesionada por la fuerza de atracción gravitacional. Está conformada desde las decenas a los cientos de miles de millones de estrellas y otros objetos y estructuras, tal como veremos a continuación.



Los **agujeros negros** son el resultado del colapso de estrellas de gran masa. Debido a su densidad y masa, pueden atraer incluso a la luz. Se piensa que en el centro de cada galaxia existe uno.



Las evidencias indican que las galaxias contienen una gran cantidad de sistemas planetarios. Los planetas que los conforman se denominan **exoplanetas**.

Tipos de galaxias

Según su forma, las galaxias se clasifican en:



Espiral barrada: tiene una banda central (barra). Nuestra galaxia es de este tipo.



Lenticulares: forma de disco.



Espirales: presentan dos o más brazos en espiral.



Irregulares: no tienen forma definida.

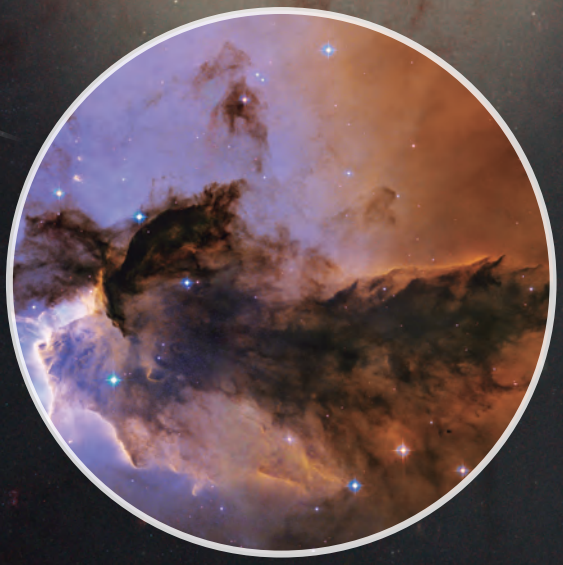


Elípticas: forma casi esférica.

En una galaxia hay innumerables **estrellas**, las que pueden ser de todos los tipos y tamaños.



Las **nebulosas** son acumulaciones de gas y polvo cósmico, similares a nubes. En ellas se pueden formar estrellas debido a la condensación del hidrógeno y del helio. Existen otras nebulosas (planetarias) que son el resultado del colapso de una estrella.



En el universo existe otro tipo de materia y energía. Estas se denominan materia y energía oscura. ¿Cómo se sabe de su existencia?

Estructuras formadas por galaxias

Las galaxias se unen en estructuras que le dan forma al universo a gran escala.



Grupos: están formados por decenas de galaxias.



Cúmulos: están formados por miles de galaxias.



Supercúmulos: constituidos por miles de cúmulos que forman filamentos que se entrelazan, dando forma al universo a gran escala.

Chile, un lugar desde donde observar el universo

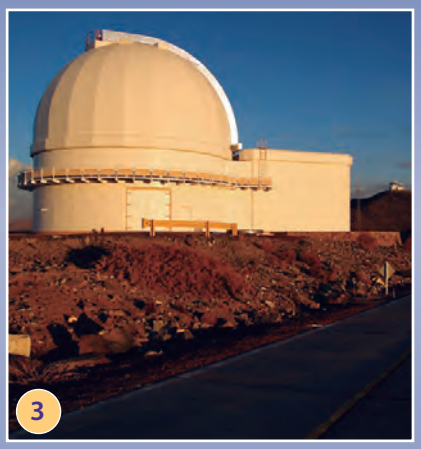
Condiciones como la gran altura, y la poca humedad y planicies despejadas convierten al norte de Chile en un lugar privilegiado a nivel mundial para la observación astronómica. A continuación, analizaremos los principales observatorios en Chile.



El proyecto ALMA está ubicado en el desierto de Atacama. Es un enorme radiotelescopio formado por 66 antenas que permiten captar desde las radiaciones infrarrojas hasta las microondas procedentes del espacio.

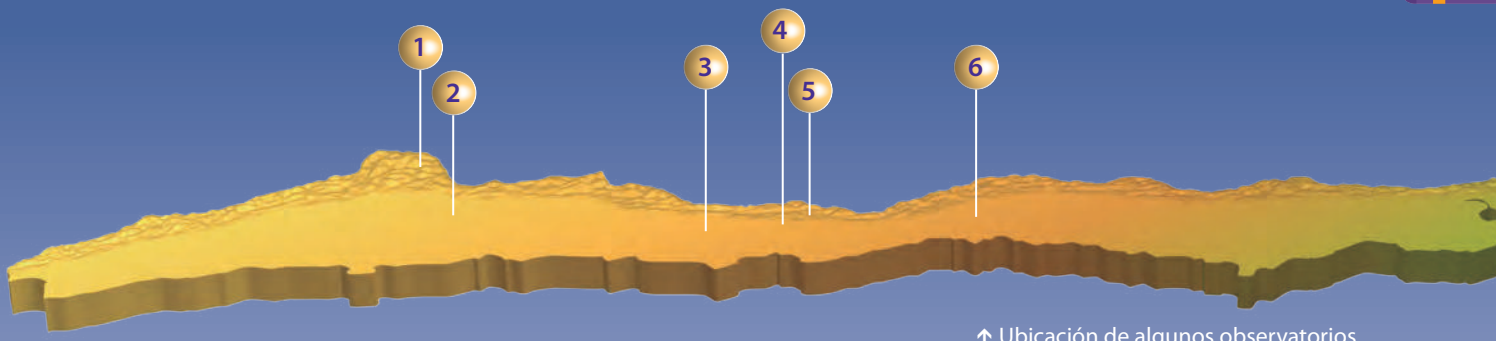


También emplazado en la región de Atacama, el VLT es uno de los telescopios más avanzados del mundo, ya que puede combinar sus cuatro telescopios principales y cuatro auxiliares.

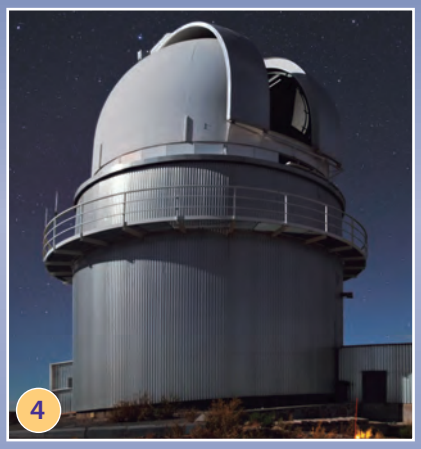


El Observatorio Las Campanas está situado en la cordillera de la región de Atacama, y depende del Instituto Carnegie, de Estados Unidos.

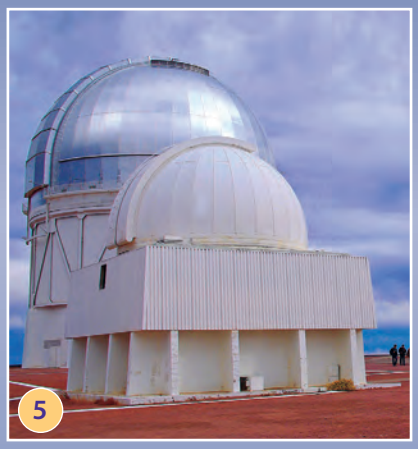




↑ Ubicación de algunos observatorios en el territorio chileno.



En la comuna de La Higuera, Cuarta Región, se encuentra el Observatorio de La Silla. Este cuenta con 18 telescopios, constituyéndose en uno de los más importantes del hemisferio Sur.



El Observatorio del cerro Tololo se ubica en la Región de Coquimbo y posee cinco telescopios operativos.



El Observatorio Astronómico Nacional del cerro Calán, dependiente de la Universidad de Chile, fue uno de los proyectos pioneros de la astronomía Chilena.

Actividad

- ¿De qué manera el desarrollo de nuevas tecnologías de observación astronómica impacta nuestro conocimiento del universo?
- ¿Qué telescopios y observatorios espaciales existen? Investiga.

La astronomía en Chile

Debido a la intensa actividad astronómica en Chile, muchos astrónomos nacionales han podido contribuir de manera activa en esta disciplina, tal como veremos a continuación.



José Maza es un destacado astrónomo chileno (Premio Nacional de Ciencias Exactas 1999). Junto con los investigadores del proyecto Calán, aportó datos que permitieron descubrir la expansión acelerada del universo.



María Teresa Ruiz fue la primera chilena en ganar el Premio Nacional de Ciencias Exactas (1997). Se especializó en el estudio de estrellas enanas. Descubrió la estrella "enana café", a la que denominó *Kelu* (rojo en mapudungún).



Mario Hamuy, astrónomo chileno y Premio Nacional de Ciencias Exactas 2015. Es reconocido por su trabajo en la observación de supernovas y cómo estas ayudaron a comprender la expansión del universo.



Maritza Soto es una joven astrónoma chilena que antes de los treinta años ya ha descubierto tres exoplanetas.

¿De qué manera se ha desarrollado la investigación astronómica en Chile y el mundo?

Paso 1 Busco información

Para dar respuesta a la pregunta, reúnan información de diferentes fuentes impresas y digitales.

Paso 2 Selecciono la información



Recopilen información de fuentes confiables.

Paso 3 Analizo y organizo la información

a. ¿En qué forma pueden organizar la información para que sea comprendida por los destinatarios?

b. Para complementar su investigación, pueden plantearse otras preguntas como la siguiente: ¿qué condiciones permitieron el desarrollo de la investigación astronómica en Chile?

Paso 4 Comunico

¿Cuál creen que es la manera más óptima para comunicar su investigación documental? Una vez que hayan decidido la forma, comuníquenla al resto de sus compañeros.

Lección 8

EL **SISTEMA SOLAR** Y EL MOVIMIENTO DE LOS **ASTROS**



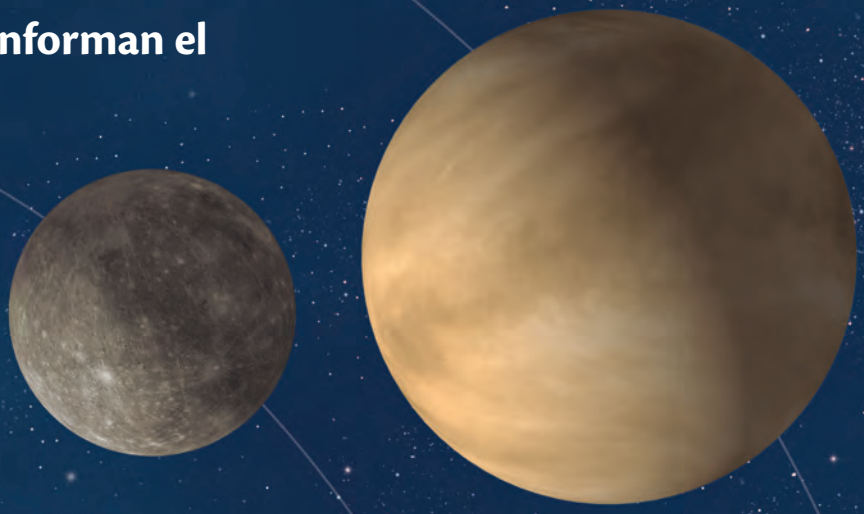
Materiales: Una pelota de pimpón y una bolita de cristal.

Para comenzar



Con las dos esferas, creen un modelo Tierra-Luna, considerando la escala según los diámetros de la bolita y la pelota. Al hacer una proporción con la distancia real entre la Tierra y la Luna, ¿a qué distancia deberían quedar ambas esferas? ¿Qué complejidad presentaría hacer un modelo a escala del sistema solar?

¿Qué cuerpos celestes conforman el sistema planetario?



- **Mercurio** es el planeta más cercano al Sol y el más pequeño. Casi no presenta atmósfera y no tiene satélites naturales.

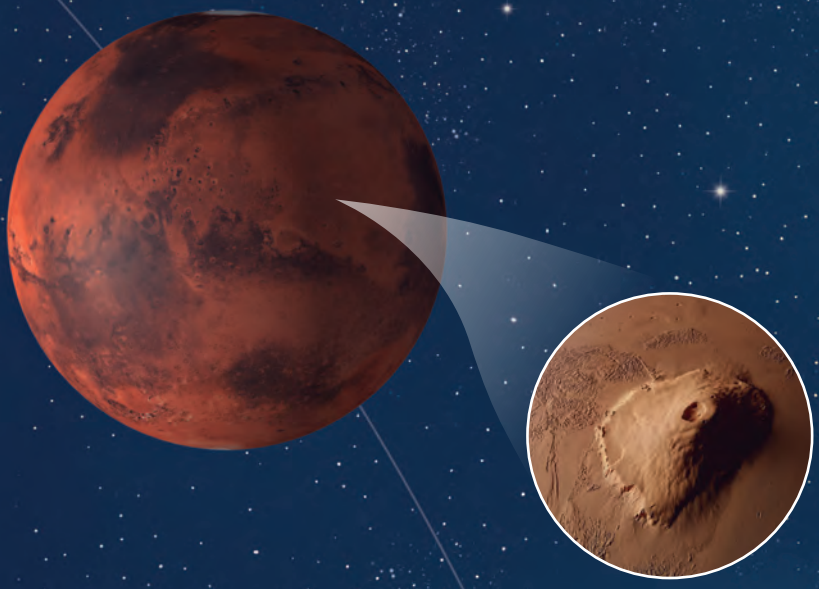
Datos de Mercurio	
Diámetro	4 879,4 km
Período de rotación	≈ 59 días
Período orbital	≈ 88 días
Distancia media al Sol	57 894 376 km

- **Venus** es el segundo planeta en cercanía al Sol. Su tamaño es levemente menor al de la Tierra. Presenta una atmósfera muy densa y no tiene satélites naturales. El signo menos del período de rotación de Venus, indica que su movimiento es dextrógiro, es decir, gira en sentido contrario al de la mayoría de los planetas.

Datos de Venus	
Diámetro	12 103,6 km
Período de rotación	≈ -243 días
Período orbital	≈ 224 días
Distancia media al Sol	108 208 930 km

Marte es el cuarto planeta del sistema solar. Tiene una atmósfera tenue y su tamaño es aproximadamente la mitad del de la Tierra. Posee dos satélites naturales, Deimos y Fobos.

Datos de Marte	
Diámetro	6 794,4 km
Período de rotación	≈ 25 horas
Período orbital	≈ 687 días
Distancia media al Sol	227 936 640 km



↑ Marte tiene el volcan más grande del sistema solar.



La **Tierra** es el tercer planeta en cercanía al Sol y el único que se sabe hasta ahora presenta las condiciones para albergar vida tal como la conocemos. Posee un satélite natural, la Luna.

Datos de la Tierra	
Diámetro	12 742 km
Período de rotación	≈ 24 horas
Período orbital	≈ 365 días
Distancia media al Sol	149 597 870 km

Actividad

- Mediante una tabla, compara los planetas de estas páginas con la Tierra según su tamaño, distancia al Sol y atmósfera. También puedes investigar otros datos, como composición, temperatura, masa y agregarlos a la tabla.
- ¿Por qué Mercurio y Venus no tienen satélites naturales?

Los gigantes gaseosos

La gran mancha de Júpiter es una tormenta que ha durado siglos.



Júpiter es el planeta más grande del sistema solar. Es considerado un gigante gaseoso y posee un sistema de 79 satélites naturales. Los más importantes son Ío, Europa, Ganímedes y Calisto.

Datos de Júpiter	
Diámetro	142 984 km
Período de rotación	≈ 10 horas
Período orbital	≈ 12 años
Distancia media al Sol	778 412 026 km





Actividad

- Júpiter presenta un campo magnético muy intenso. ¿A qué se debe?
- ¿Por qué Júpiter y Saturno presentan una gran cantidad de satélites naturales?
- Aparte de Saturno, ¿qué otros planetas del sistema solar tienen anillos?

Principales lunas de Júpiter

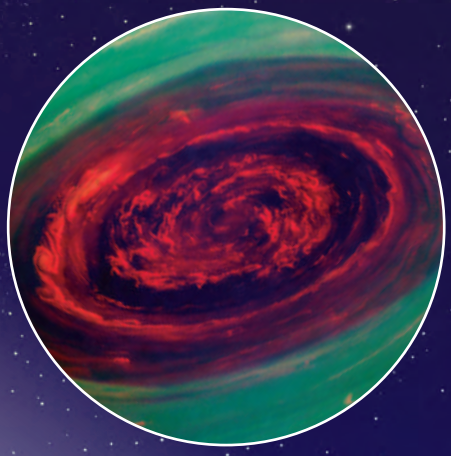


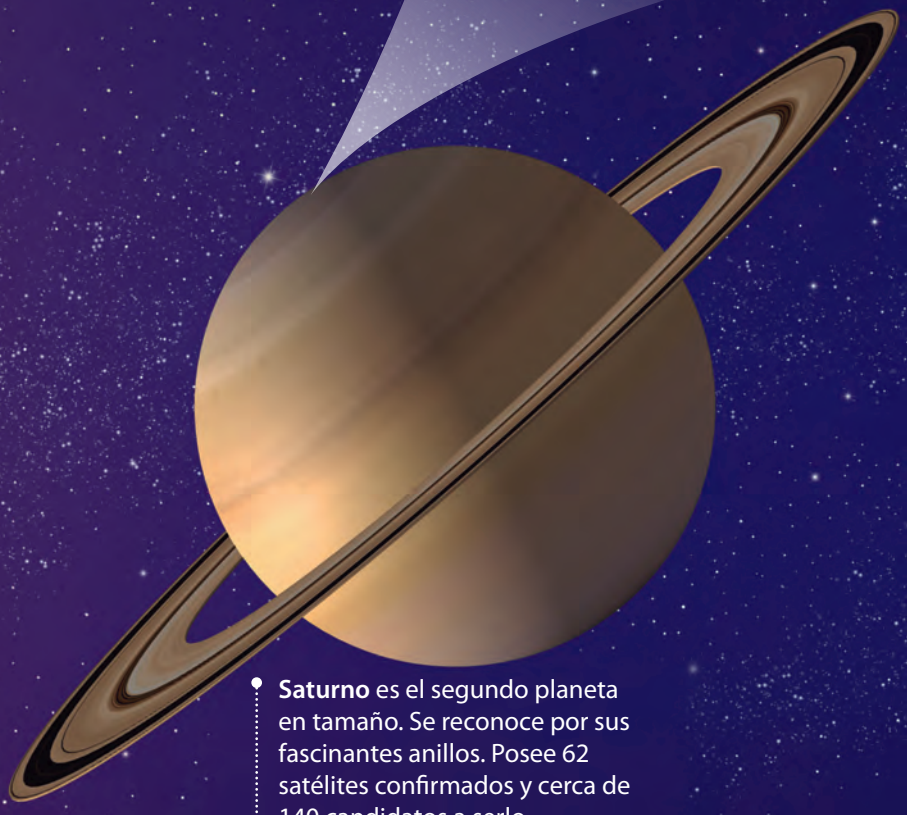
Ío Europa Calisto Ganímedes

¡Importante!

Al igual que Venus, el período de rotación de Urano es dextrógiro, es decir, gira en sentido opuesto a la mayoría de los planetas.

→ En el polo norte de Saturno hay una tormenta de 20 veces el tamaño de la Tierra.



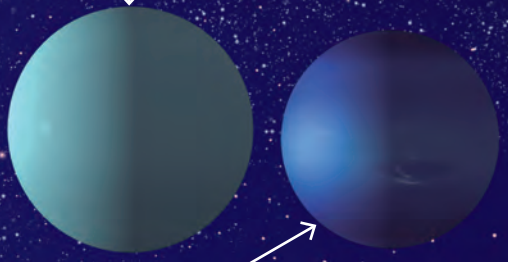


Saturno es el segundo planeta en tamaño. Se reconoce por sus fascinantes anillos. Posee 62 satélites confirmados y cerca de 140 candidatos a serlo.

Datos de Saturno	
Diámetro	120 536 km
Período de rotación	≈ 10 horas
Período orbital	≈ 29 años
Distancia media al Sol	≈ $1{,}43 \cdot 10^9$ km

Urano es el tercer planeta en tamaño. También tiene un sistema de anillos, y se le conocen 27 satélites.

Datos de Urano	
Diámetro	51188 km
Período de rotación	≈ -17 horas
Período orbital	≈ 84 años
Distancia media al Sol	≈ $2{,}87 \cdot 10^9$ km



Neptuno es el octavo y último planeta del sistema solar. Fue descubierto gracias a predicciones matemáticas. Se le conocen 14 satélites naturales.

Datos de Neptuno	
Diámetro	49 572 km
Período de rotación	≈ 16 horas
Período orbital	≈ 165 años
Distancia media al Sol	≈ $4{,}50 \cdot 10^9$ km

¿Por qué Plutón no es considerado un planeta?

¿Qué movimientos realiza nuestro planeta?

Nuestro planeta realiza una serie de movimientos a medida que se desplaza en su órbita alrededor del Sol. A continuación veremos cuáles son y analizaremos sus consecuencias.

Producto del movimiento de traslación terrestre y de la inclinación del eje de rotación de nuestro planeta, se genera la alternancia entre las estaciones del año.

La **rotación** es el movimiento que realiza la Tierra sobre su eje y respecto del Sol. Tarda 24 horas en completarse (día solar). Debido a este, se produce la alternancia entre el día y la noche.

La **traslación** es el movimiento que realiza la Tierra alrededor del Sol. Demora aproximadamente 365 días, 5 horas y 48 minutos en completarse (años solar).

La **nutación** es la oscilación del eje terrestre. Su período es cerca de 18 años.

La **precesión** es el balanceo del eje de rotación. El período de este movimiento es de alrededor de 27 000 años.

El 21 de junio comienza el invierno en el hemisferio sur y el verano en el hemisferio norte.

El 21 de septiembre comienza la primavera en el hemisferio sur y el otoño en el hemisferio norte.

El 21 de marzo comienza el otoño en el hemisferio sur y la primavera en el hemisferio norte.

El 21 de diciembre comienza el verano en el hemisferio sur y el invierno en el hemisferio norte.

F1P095

Actividad



Para explicar la alternancia de las estaciones del año, creen un modelo similar al de la fotografía (lo pueden modificar).

- ¿Por qué cuando en el hemisferio sur es verano, en el norte es invierno?
- ¿Qué mejoras le harían a su modelo?

¿Qué consecuencias tienen los movimientos relativos de la Tierra y la Luna?

A lo largo de sus movimientos, la Tierra y la Luna adquieren ciertas posiciones relativas que tienen como consecuencia los denominados eclipses, tal como estudiaremos a continuación.



¿Se ve en todas partes del mundo un eclipse solar?

Tipos de eclipses de Sol



Total: sucede cuando la Luna cubre completamente al Sol.



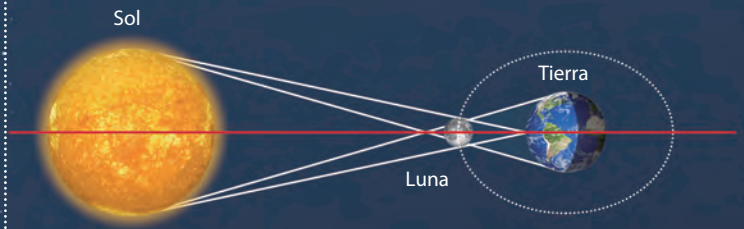
Anular: se produce cuando el disco lunar es menor al solar.



Parcial: la Luna no cubre de forma completa al Sol.

Eclipse de Sol

Se genera cuando el Sol, la Luna y la Tierra se encuentran alineados (en ese orden). Producto de aquello, la Luna bloquea el paso de la luz del Sol, generándose una zona de sombra sobre parte de la superficie terrestre.



↑ El esquema no está a escala.

Tipos de eclipses de Luna



Total: la Luna se encuentra totalmente en el cono de sombra.

Parcial: parte de la Luna se encuentra dentro del cono de penumbra.

Penumbral: la Luna se encuentra en la zona de penumbra. ¿Por qué la Luna toma esa coloración?

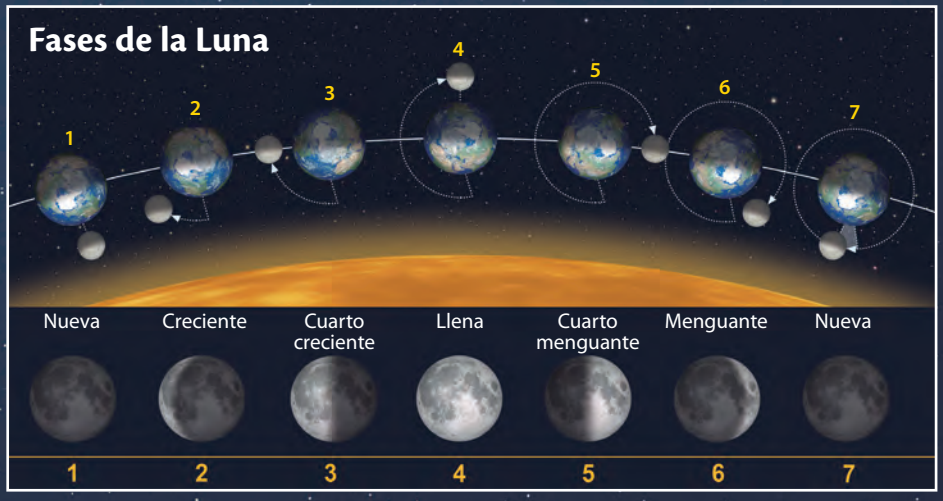
- **Eclipse de Luna**

  Se produce cuando el Sol, la Tierra y la Luna se encuentran alineados (en ese orden). Debido a esto, la Tierra bloquea el paso de la luz del Sol y la Luna queda dentro de un cono de sombra.



↑ El esquema no está a escala.

Fases de la Luna



A medida que la Luna gira alrededor de la Tierra, su aspecto cambia al ser observada desde nuestro planeta, ya que no recibe de igual forma la luz del Sol. Las variaciones regulares en su iluminación se denominan **fases de la Luna**.

¿De qué manera se pueden modelar los diferentes tipos de eclipses?

Paso 1 Concibo el modelo

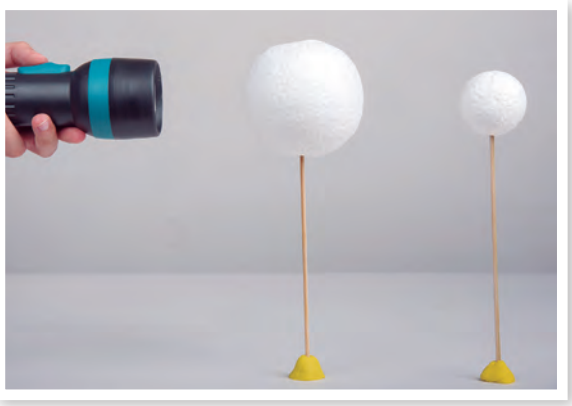


Consigan dos esferas de plumavit de tamaños similares a los de la imagen, dos pinchos, una linterna y plasticina. ¿Creen que estos materiales son suficientes para modelar los eclipses?

Paso 2 Construyo



Iluminen la esfera pequeña, tal como se muestra en la fotografía. ¿Qué cuerpos son representados por las esferas y la linterna, respectivamente?



Ahora, dispongan las esferas tal como se muestra e iluminen la de mayor tamaño. ¿Qué tipo de eclipse se está modelando?

Paso 3 Analizo y evalúo el modelo

a. ¿Qué diferencias y similitudes distinguen en cada uno de los montajes?

b. ¿Qué tipo de fenómeno se modeló en el primer montaje?

c. ¿Qué hechos no pudieron ser representados con su modelo?

DESAFÍO

Con los mismos materiales, modelen las fases de la Luna.

EL IMPACTO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LA SOCIEDAD

Dos grandes ojos para explorar el cielo

A partir de 2020, Chile contará con los telescopios reflectores más grandes del mundo. Uno es el E-ELT con un espejo de 40 m de diámetro, emplazado en el cerro Armazones en el desierto de Atacama. El otro proyecto es el Telescopio Gigante de Magallanes (TGM), que se compondrá de siete espejos de 8,4 m de diámetro. Una vez en operación, Chile concentrará cerca del 70 % de la observación astronómica mundial.



Los "Júpiter caliente"

La investigadora postdoctoral de la Universidad de Londres Queen Mary y doctora en Astronomía de la Universidad de Chile Maritza Soto lidera un equipo de doce astrónomos chilenos y siete extranjeros que han descubierto la existencia de dos planetas del tipo "Júpiter caliente", llamados así debido a que son enormes bolas de gas, similares al planeta del sistema solar, pero que se encuentran mucho más cerca de su estrella.

SÍNTESIS Y EVALUACIÓN

Para sintetizar

El universo

Se compone de estructuras como:

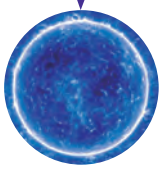
- Grupos de galaxias
- Cúmulos de galaxias
- Supercúmulos de galaxias

Que forman estructuras mayores como:

Galaxias



Contienen cuerpos como:



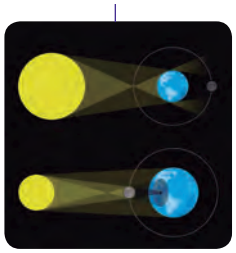
Estrellas

Que contienen sistemas planetarios como:

El sistema solar



Su movimiento relativo con la Luna genera:



Eclipses

En el que existen otros cuerpos menores como:



Asteroides



Cometas



Satélites naturales

Las estructuras del universo se observan desde la Tierra con diferentes instrumentos.





Gran parte de los observatorios se concentran en Chile.

Para saber cómo voy

Identifica

1. En la siguiente imagen se representa la evolución de una estrella.

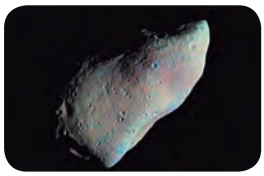


Si la etapa final de esta es una enana blanca, ¿cuál debería haber sido la masa inicial de la estrella?

Compara

2. ¿Qué diferencias y similitudes existen entre un asteroide y un cometa?





Justifica

3. ¿Cuál(es) de los siguientes objetos o estructuras astronómicas no está(n) contenido(s) en una galaxia?

Agujero negro	Cúmulo de galaxias	Nebulosa

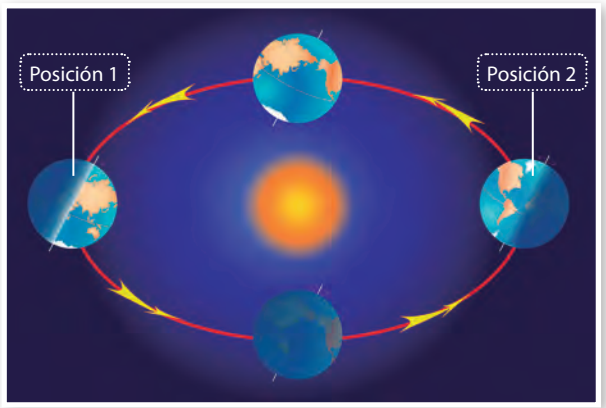
Justifica tu respuesta.

Explica

4. ¿Qué características debe presentar un objeto astronómico para ser considerado un planeta?

Identifica y explica

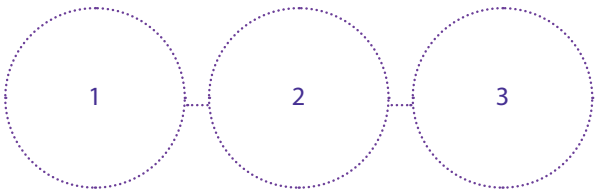
5. El esquema representa el movimiento de traslación de la Tierra.



Las posiciones 1 y 2, ¿a qué estaciones del año corresponderán en el hemisferio norte y sur, respectivamente?, ¿por qué?

Analiza

6. ¿Qué cuerpos celestes y en qué orden deberían estar, de izquierda a derecha, para que el esquema represente un eclipse de Sol?



Analiza

7. Si usaras un balón de básquetbol para representar al Sol, ¿cuál sería el inconveniente de construir un modelo del sistema solar?



Evalúa

8. Esteban construyó una tabla comparativa con algunos planetas del sistema solar.

Planeta	Principalmente rocoso		Posee satélites naturales		Agua líquida en su superficie	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Mercurio	✓		✓			✓
Venus	✓		✓		✓	
Tierra	✓		✓		✓	
Júpiter		✓		✓	✓	
Saturno		✓	✓			✓

¿Está completada correctamente la tabla? Explica.

Para cerrar

- ¿Cuál sería tu respuesta a la gran pregunta planteada en el título de unidad?

Unidad 5

¿CÓMO HAN EVOLUCIONADO LOS MODELOS DEL UNIVERSO?





- ¿Cómo piensan que la invención de nuevos y mejores instrumentos de observación astronómica han impactado en el desarrollo de la ciencia?
- ¿Qué sabes de la observación astronómica en la Antigüedad?

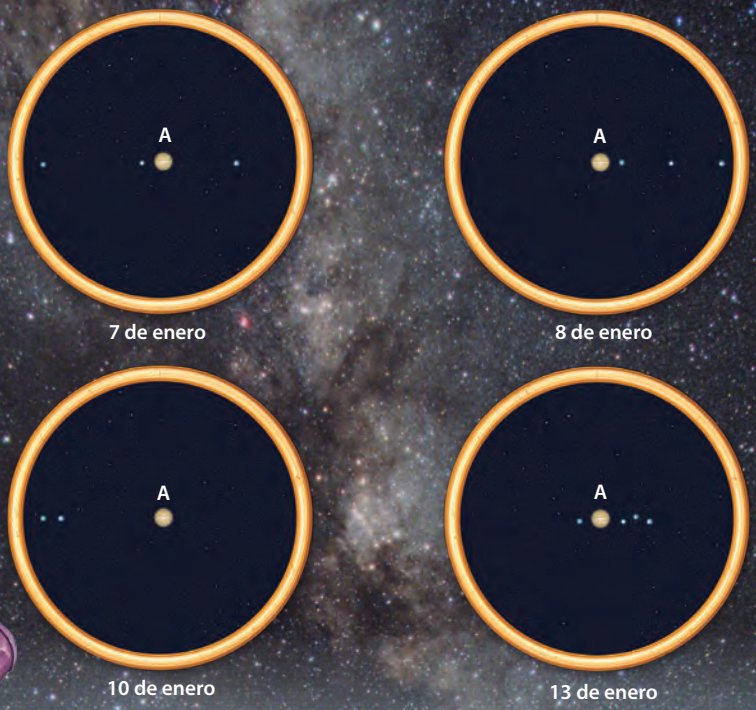
LECCIÓN

9 DE LA **OBSERVACIÓN** AL **MODELO**



Para comenzar

Imaginen que son astrónomos y que durante varias noches y a la misma hora apuntaron su telescopio a una pequeña porción del cielo. Lo que observaron se representa en la secuencia de imágenes (en ellas, el objeto astronómico A mantuvo una posición fija).





- ¿Qué conocimientos les ayudarían a descifrar lo observado en las diferentes noches?
- ¿Por qué piensan que los cuerpos celestes cercanos al objeto **A** fueron cambiando con el transcurso del tiempo? Propongan una explicación.
- ¿Qué modelo piensan que explicaría el fenómeno observado? Planteen uno.

El modelo de Aristóteles

En la actividad anterior pudieron proponer un modelo que explicara ciertas observaciones astronómicas (un **modelo** hace comprensible uno o más fenómenos mediante representaciones). En la Grecia clásica surgieron los primeros modelos del cosmos, tal como veremos a continuación.

Para Aristóteles (384 a. C-322 a. C.), el universo se encontraba dividido en dos grandes regiones: aquello que está "bajo la Luna" (infralunar), donde se situaba a la Tierra, y que está sometido al cambio, y lo que está por encima de la Luna (supralunar), formado por los astros, y que es inalterable e imperecedero.



Evidencias del modelo de Aristóteles

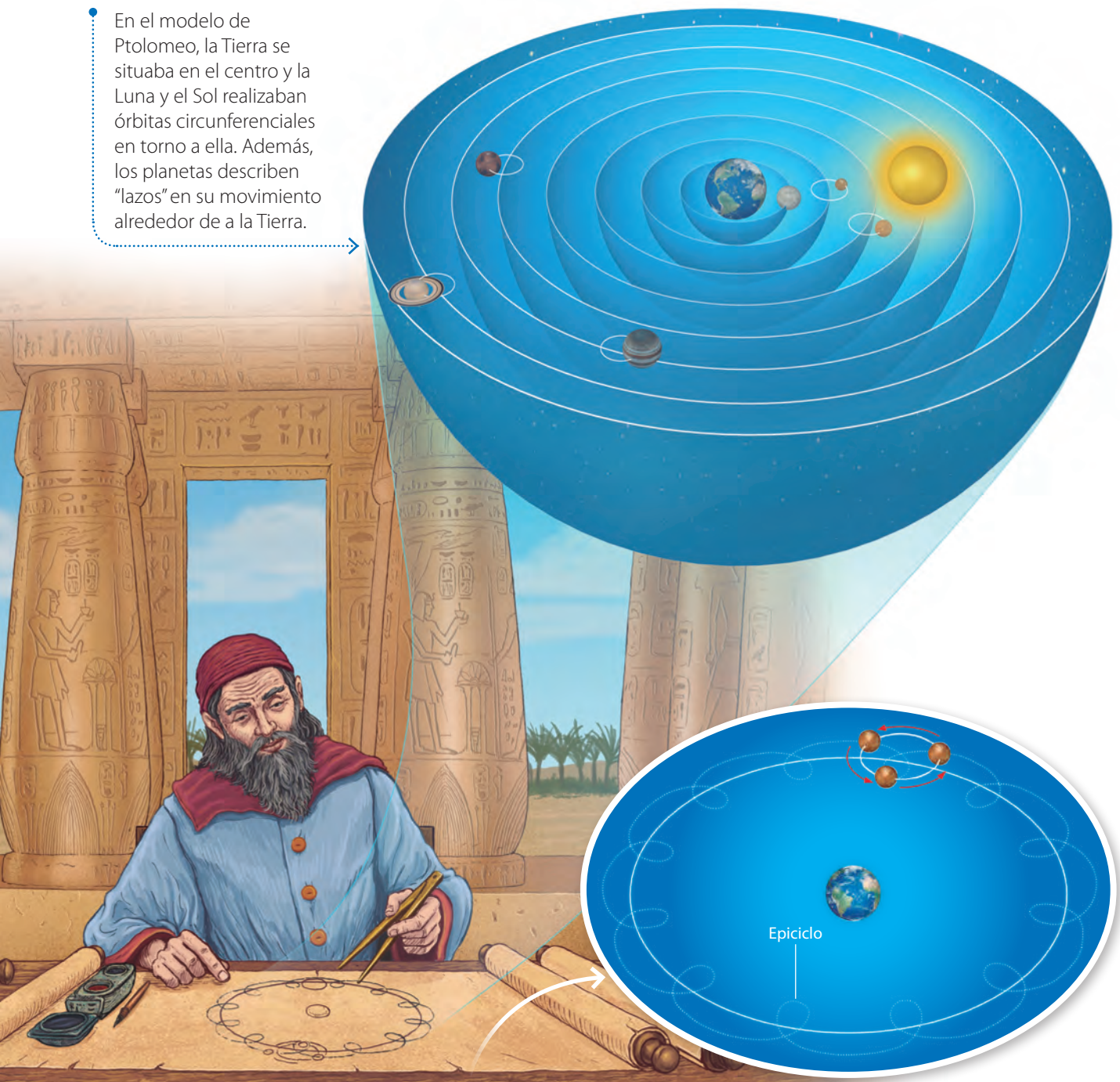
Estas provenían de la observación directa y de la intuición, ya que, por ejemplo, vemos y percibimos que la Tierra se mantiene inmóvil, y que la Luna y el Sol se mueven en torno a ella.

El modelo geocéntrico de Ptolomeo

Claudio Ptolomeo (100-170 d. C.) hizo observaciones que no podían ser explicadas por el modelo de Aristóteles, como el avance y retroceso que se observaba en la trayectoria de ciertos astros.

F2P106

En el modelo de Ptolomeo, la Tierra se situaba en el centro y la Luna y el Sol realizaban órbitas circunferenciales en torno a ella. Además, los planetas describen "lazos" en su movimiento alrededor de a la Tierra.



¿Cómo Ptolomeo explica el movimiento de los planetas?

El planeta gira en una órbita circunferencial, cuyo centro describe, a su vez, otra órbita circunferencial alrededor de la Tierra. A cada uno de los lazos resultantes de la composición de las órbitas se le denomina **epiciclo**.

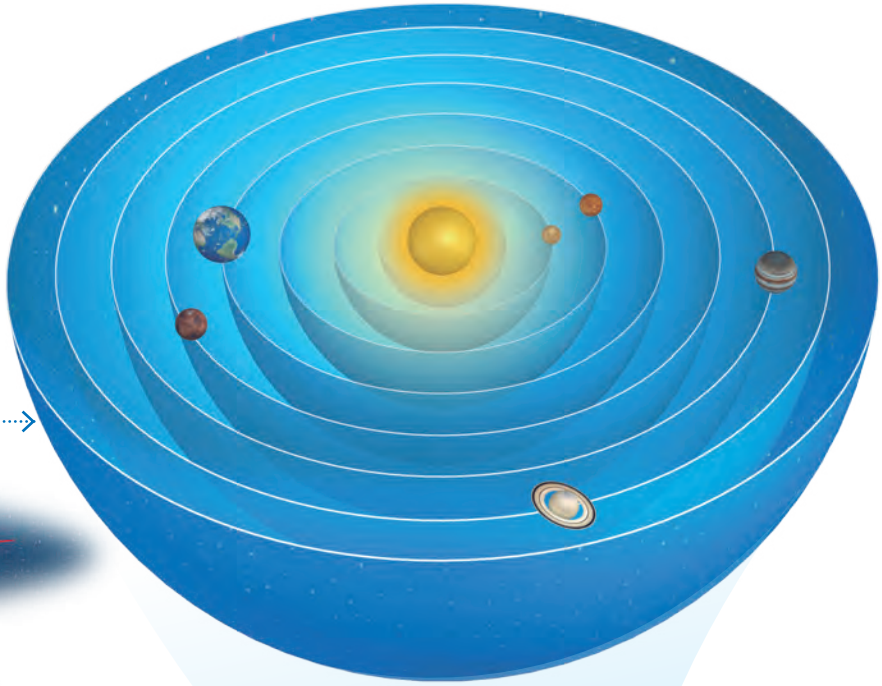
Problemas de su modelo

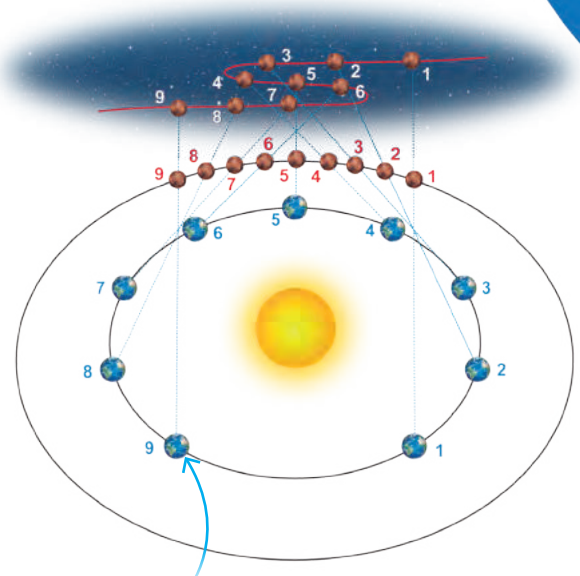
Era complejo y no explicaba el movimiento de todos los astros.

Copérnico y el heliocentrismo

Nicolás Copérnico (1473-1543) desarrolló un modelo **heliocéntrico**, es decir, el Sol en el centro.

En el modelo de Copérnico, el Sol se situaba en el centro del universo y los planetas se movían en torno a él en órbitas circulares y eternas. Estos eran: Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter y Saturno (aún no se descubrían Urano ni Neptuno). Además, las estrellas se mantenían fijas en el cielo y en la esfera más lejana.





Para Copérnico, el movimiento retrógrado de los planetas (observado desde la Tierra) se resolvía al suponer que estos, juntos con el nuestro, orbitaban de forma simultánea y en trayectorias circunferenciales al Sol.



Actividad

¿Qué diferencias y similitudes hay entre ambos modelos? Construye una tabla comparativa.

Problemas del modelo de Copérnico

Las órbitas circulares presentaban ciertas diferencias con las observaciones.

Camino al modelo actual del universo

Actividad

En parejas, reflexionen en torno a la siguiente pregunta:

¿Cómo explicarían que cierto modelo del cosmos se instale en una época y momento histórico determinado? Fundamenten.

A continuación, revisaremos los principales hitos que contribuyeron al desarrollo del modelo actual del universo.

Tycho Brahe (1546-1601) realizó el registro más preciso, hasta entonces de las posiciones de los planetas.

Johannes Kepler (1571-1630) determinó que las órbitas de los planetas eran elípticas. Este y otros descubrimientos los resumió en tres leyes que describen el movimiento planetario.

Galileo Galilei (1564-1642) fue un gran defensor del modelo heliocéntrico de Copérnico. Observó las fases del planeta Venus y descubrió que Júpiter era orbitado por cuatro satélites.





Isaac Newton (1642-1727) propuso un modelo matemático que describía la fuerza de atracción gravitacional entre dos cuerpos. Dicho modelo es conocido como la **ley de gravitación universal**.

Immanuel Kant (1724-1804) propuso la **hipótesis nebular**. En ella planteaba que el sistema solar se habría originado como producto de la condensación de una nube de gas y polvo cósmico.

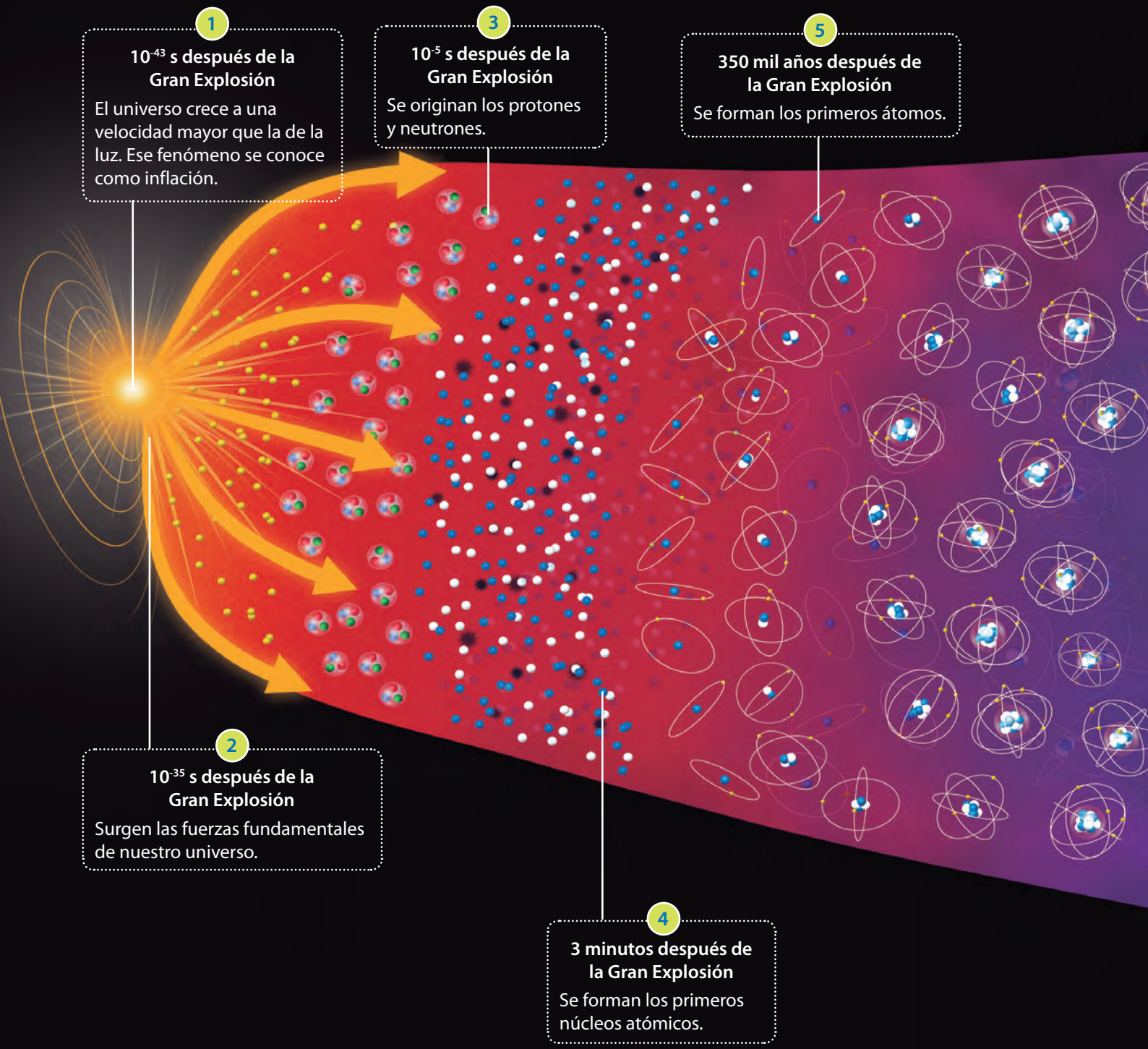
Albert Einstein (1879-1955) presentó su **teoría general de la relatividad**. Con ella propuso, entre otras cosas, que los cuerpos de gran masa, como una estrella o una galaxia, curvan el espacio-tiempo a su alrededor.

Actividad

- ¿Qué pensadores o científicos agregarías a la línea de tiempo?, ¿por qué?
- ¿De qué manera el desarrollo tecnológico de los instrumentos de observación astronómica posibilitaron la evolución de los modelos del universo? Expliquen.

La teoría del Big Bang: una cronología del universo

Científicos como Edwin Hubble (1889-1953) y Georges Lemaître (1894-1966) dieron forma a una de las teorías más importantes de la actualidad, la del Big Bang que plantea que alrededor de 13 700 millones de años antes del presente, el universo habría surgido a partir de la Gran Explosión de una singularidad (punto) que contenía toda la materia y energía de nuestro universo.



1

10^{-43} s después de la Gran Explosión

El universo crece a una velocidad mayor que la de la luz. Ese fenómeno se conoce como inflación.

2

10^{-35} s después de la Gran Explosión

Surgen las fuerzas fundamentales de nuestro universo.

3

10^{-5} s después de la Gran Explosión

Se originan los protones y neutrones.

4

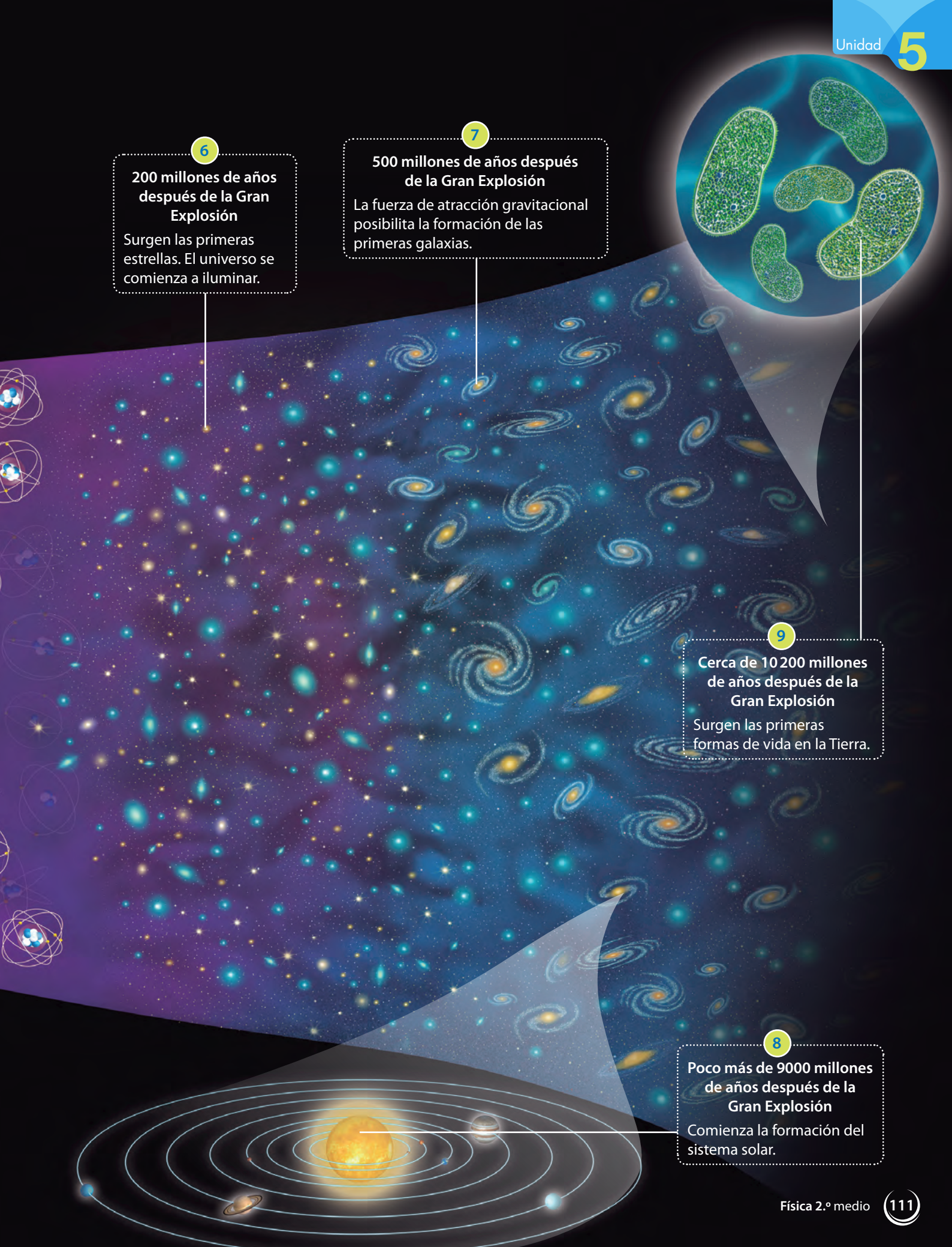
3 minutos después de la Gran Explosión

Se forman los primeros núcleos atómicos.

5

350 mil años después de la Gran Explosión

Se forman los primeros átomos.



6
200 millones de años después de la Gran Explosión
Surgen las primeras estrellas. El universo se comienza a iluminar.

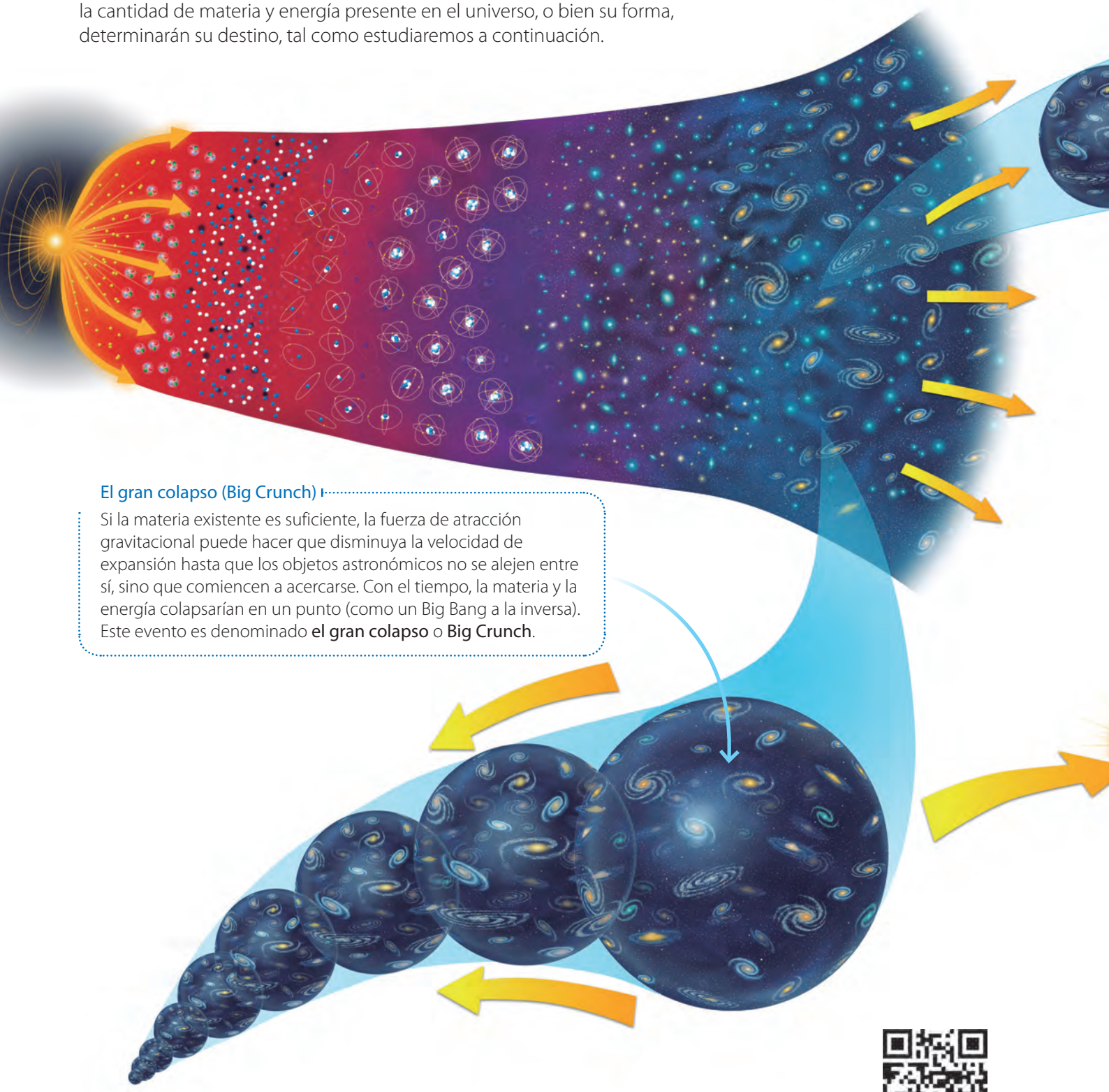
7
500 millones de años después de la Gran Explosión
La fuerza de atracción gravitacional posibilita la formación de las primeras galaxias.

9
Cerca de 10 200 millones de años después de la Gran Explosión
Surgen las primeras formas de vida en la Tierra.

8
Poco más de 9000 millones de años después de la Gran Explosión
Comienza la formación del sistema solar.

Según el modelo del Big Bang, ¿cuál se piensa que será el destino del universo?

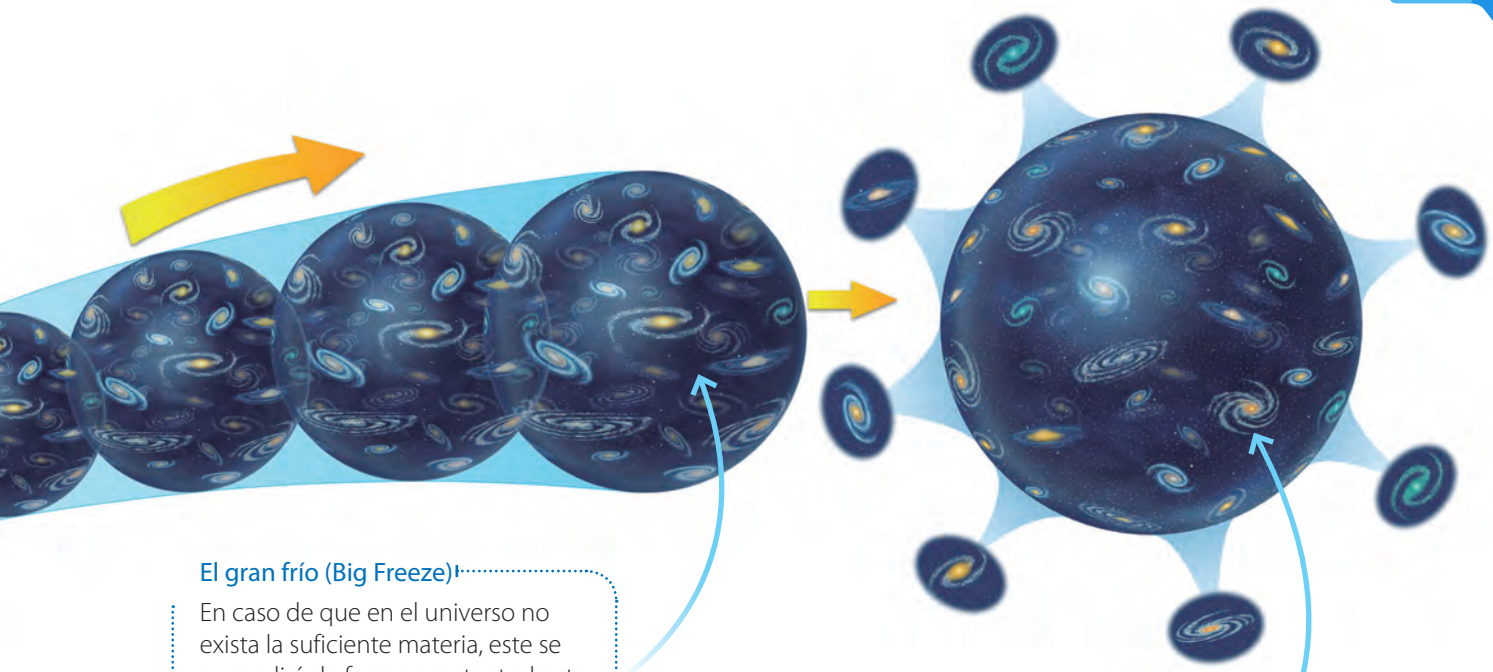
¿Hacia dónde evoluciona nuestro universo?, ¿tendrá este un final? Si bien aún estas son preguntas cuyas respuestas están abiertas, se piensa que la cantidad de materia y energía presente en el universo, o bien su forma, determinarán su destino, tal como estudiaremos a continuación.



El gran colapso (Big Crunch)

Si la materia existente es suficiente, la fuerza de atracción gravitacional puede hacer que disminuya la velocidad de expansión hasta que los objetos astronómicos no se alejen entre sí, sino que comiencen a acercarse. Con el tiempo, la materia y la energía colapsarían en un punto (como un Big Bang a la inversa). Este evento es denominado **el gran colapso** o **Big Crunch**.

F2P112

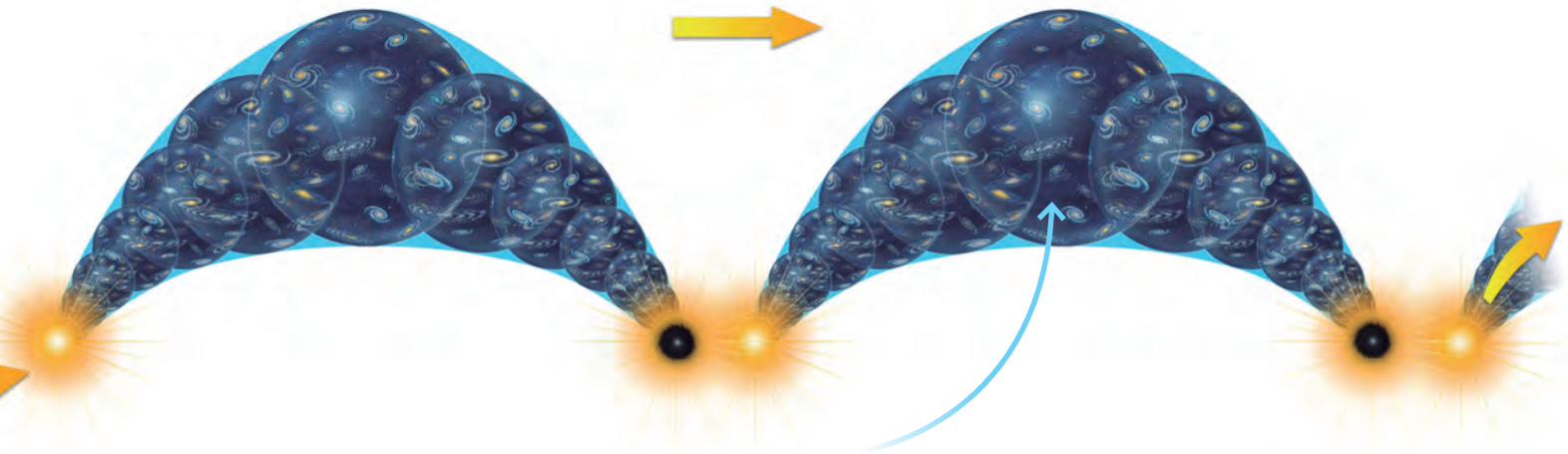


El gran frío (Big Freeze)

En caso de que en el universo no exista la suficiente materia, este se expandirá de forma constante, hasta que las estrellas se apaguen.

El gran desgarro (Big Rip)

Si la expansión ocurre muy rápidamente, entonces se ha hipotetizado que toda la materia, desde átomos a galaxias, se desintegrará.



El gran rebote (Big Bounce)

Otra hipótesis sostiene que después de colapsar el universo en un punto, volvería a nacer a través de otro Big Bang. Este evento podría ocurrir una y otra vez.

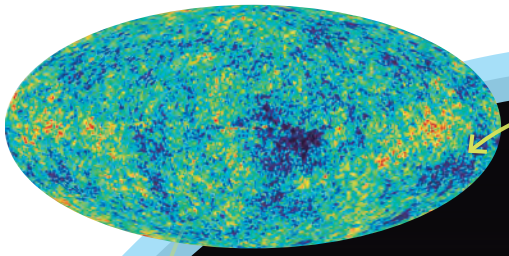
Las últimas evidencias indican que el universo terminará en una muerte térmica. Sin embargo, las evidencias hacen que lo que un día parece un hecho, con el tiempo cambie y haga replantear completamente nuestro conocimiento.

Actividad

¿Por qué se piensa hoy que el universo se expande de forma acelerada? Investiga.

¿Qué evidencias apoyan la teoría del Big Bang?

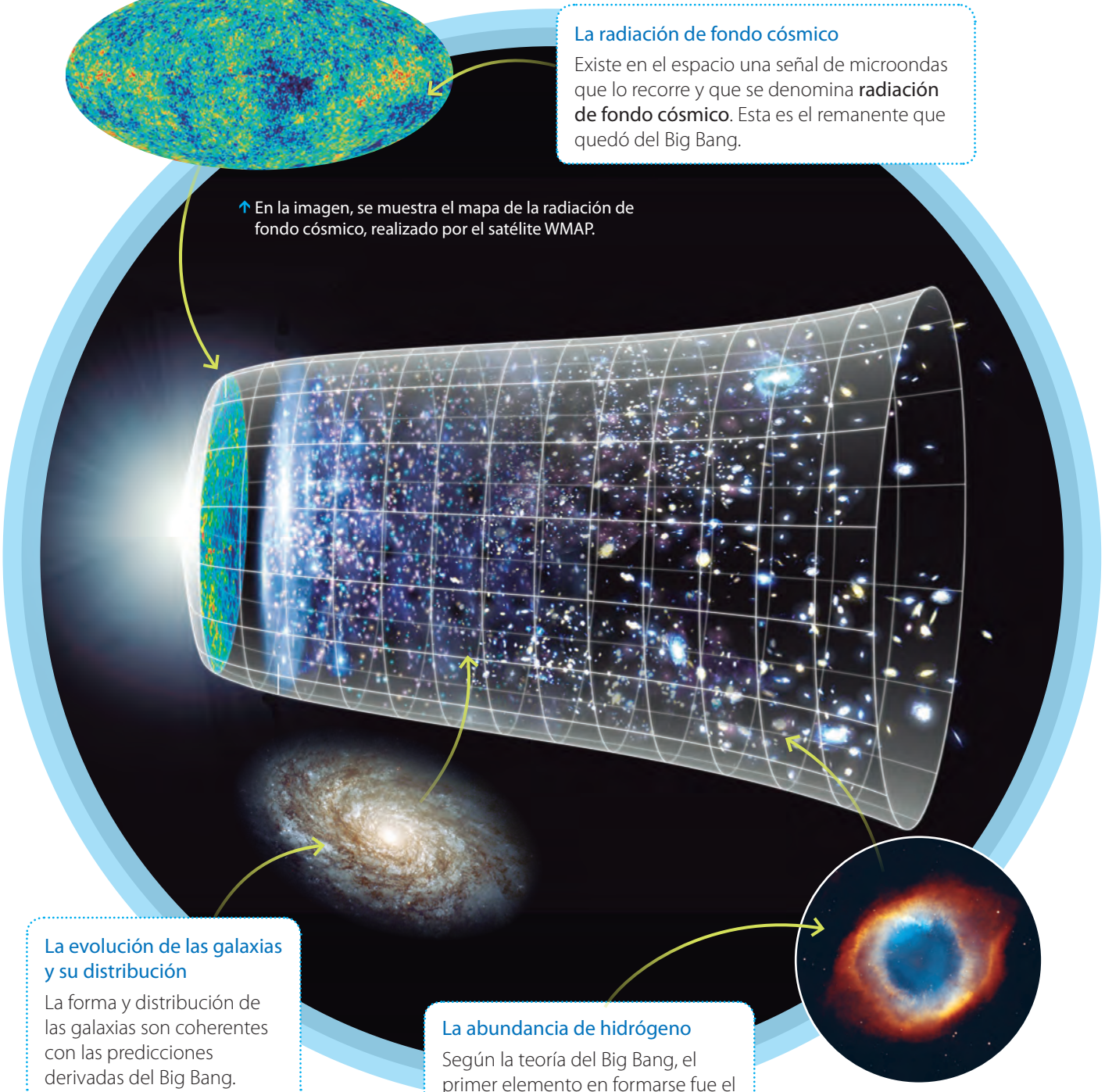
A continuación, analizaremos qué evidencias respaldan esta teoría.



La radiación de fondo cósmico

Existe en el espacio una señal de microondas que lo recorre y que se denomina **radiación de fondo cósmico**. Esta es el remanente que quedó del Big Bang.

↑ En la imagen, se muestra el mapa de la radiación de fondo cósmico, realizado por el satélite WMAP.



La evolución de las galaxias y su distribución

La forma y distribución de las galaxias son coherentes con las predicciones derivadas del Big Bang.

La abundancia de hidrógeno

Según la teoría del Big Bang, el primer elemento en formarse fue el hidrógeno (hoy en día el elemento más abundante del universo).

↑ Las nebulosas están conformadas principalmente por hidrógeno. En la imagen se muestra la Nebulosa de la Hélice.

Actividad

Algunos problemas de la teoría del Big Bang, como la estructura y forma del universo, han sido resueltos con la teoría de la **inflación cósmica**. ¿Qué plantea dicha teoría? Investiga y comunica.

¿Cómo modelar la expansión del universo?

Paso 1 Concibo el modelo

Reúnanse en grupos y consigan un globo y un plumón. ¿Cómo modelarían la expansión del universo con estos materiales?

Paso 2 Construyo



Hagan una serie de marcas en el globo, simulando ser estructuras como galaxias.

Un integrante debe inflar el globo de manera paulatina. El resto observa de qué forma se alejan las marcas unas de otras.



Paso 3 Analizo y evalúo el modelo

a. ¿Qué sucedió con las marcas a medida que el globo era inflado?

b. ¿Qué representa el globo?, ¿piensan que su forma se corresponde con la del universo?

c. Según el modelo que construyeron, ¿las estructuras de materia se alejan entre sí o el espacio (globo) se expande?

d. ¿Qué aspectos piensan que su modelo no explica?

¡Importante!

El que las marcas aumenten de tamaño no significa que ocurra algo similar con la materia. El espacio-tiempo es la tela del globo, reducida de cuatro a dos dimensiones y que, por lo tanto, no hay ni un dentro ni un fuera del globo.

Lección

10 LA CAPACIDAD **DESCRIPTIVA** Y **PREDICTIVA** DE LOS MODELOS



Para comenzar

Formen parejas y observen la siguiente situación. Luego, respondan las preguntas propuestas.







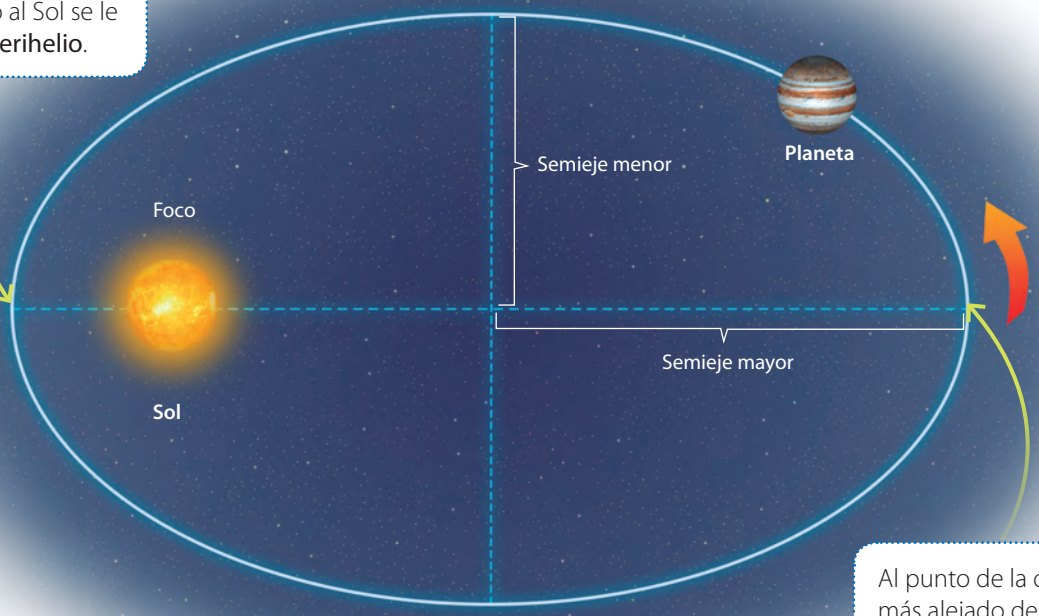
- ¿Qué modelos cosmológicos fueron desarrollados anteriormente a Kepler? Menciónenlos en orden cronológico.
- En el último cuadro del cómic, Kepler se plantea una pregunta. ¿Cuál piensan que será la respuesta?

Las leyes de Kepler: primera ley

Luego de analizar los datos de Tycho Brahe, Kepler concluyó que las órbitas circunferenciales planteadas por Copérnico no se ajustaban a la realidad. Él propuso que las órbitas planetarias eran **elipses**. Este descubrimiento derribó la creencia en donde la circularidad y perfección era atribuida al movimiento de los astros. La primera ley de Kepler se enuncia de la siguiente manera:

Todos los planetas describen órbitas elípticas en torno al Sol, el que se ubica en uno de sus focos.

Al punto de la órbita más cercano al Sol se le denomina **perihelio**.



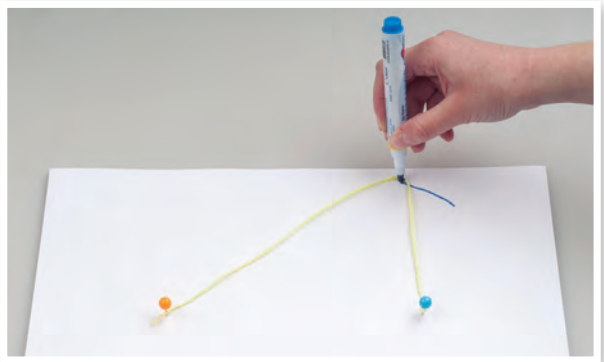
Al punto de la órbita más alejado del Sol se le denomina **afelio**.

→ Para efectos de análisis, la excentricidad de la elipse está siendo exagerada.

Actividad



Consigan un lápiz, dos chinches y un trozos de cartulina blanca. Sitúenla sobre la mesa y claven los chinches.



Empleando el hilo como guía, dibujen alrededor de los chinches una curva.

- ¿Qué figura resultó?
- Si la curva que dibujaron describe una órbita planetaria, ¿en qué parte de esta situarían al Sol y dónde a un planeta? Discútanlo.

La segunda ley de Kepler

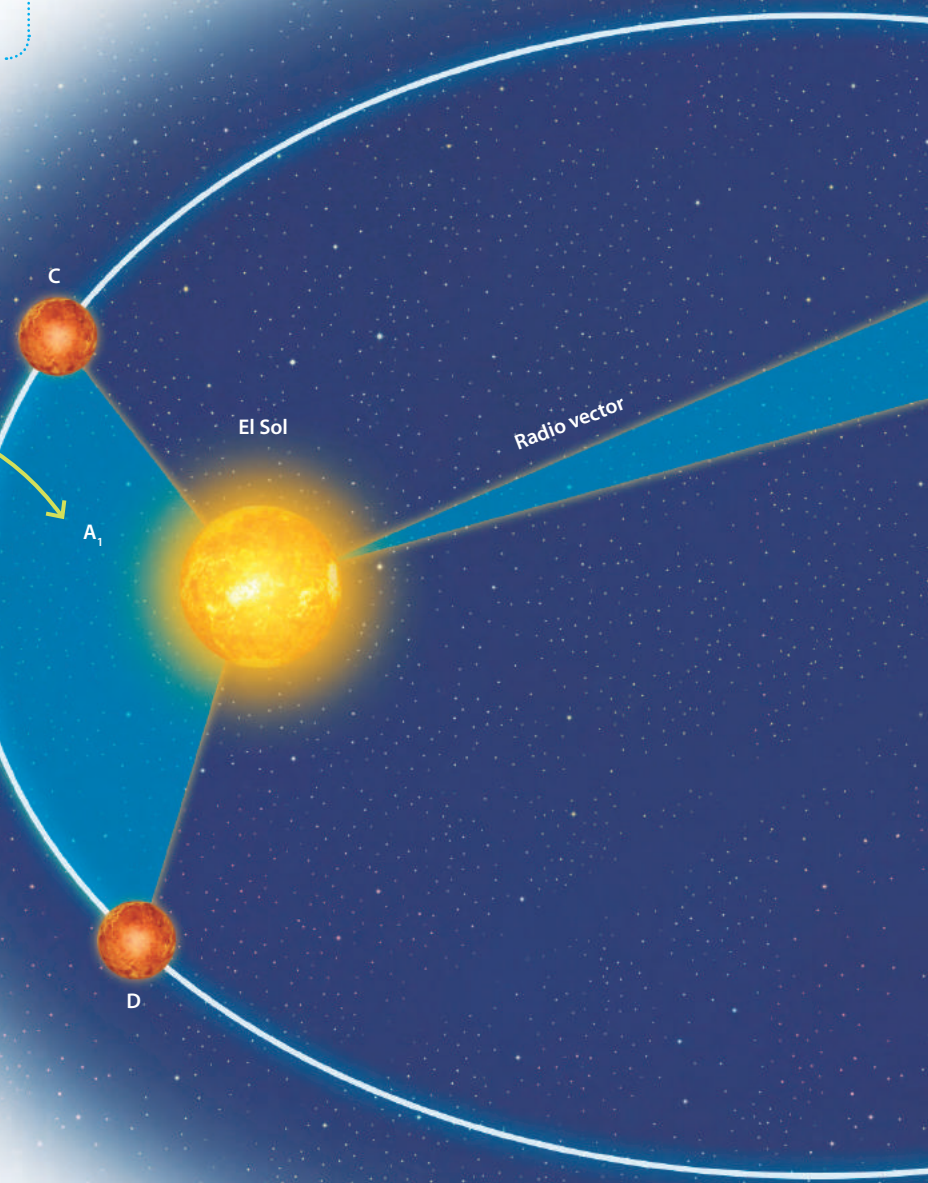
Kepler observó que la rapidez del movimiento de cada planeta variaba en el transcurso de la órbita. Es así como los planetas se mueven más lentamente a medida que están más lejos del Sol, y más rápido cuando se encuentran más cerca de él. La segunda ley señala que:

El radio vector que une al Sol con un planeta barre áreas iguales en tiempos iguales.

Para comprender de mejor manera la segunda ley, analicemos el siguiente esquema:

Cuando el planeta va de C a D, el radio vector barre un área A_1.

Las áreas A_1 y A_2 (iguales entre ellas) son barridas por el radio vector en tiempos iguales. Esto implica que el planeta se mueve más rápidamente cuando está más cerca del Sol, y con menor rapidez cuando está más alejado de este. Este descubrimiento rompió con la creencia milenaria de la uniformidad atribuida al movimiento de los astros.



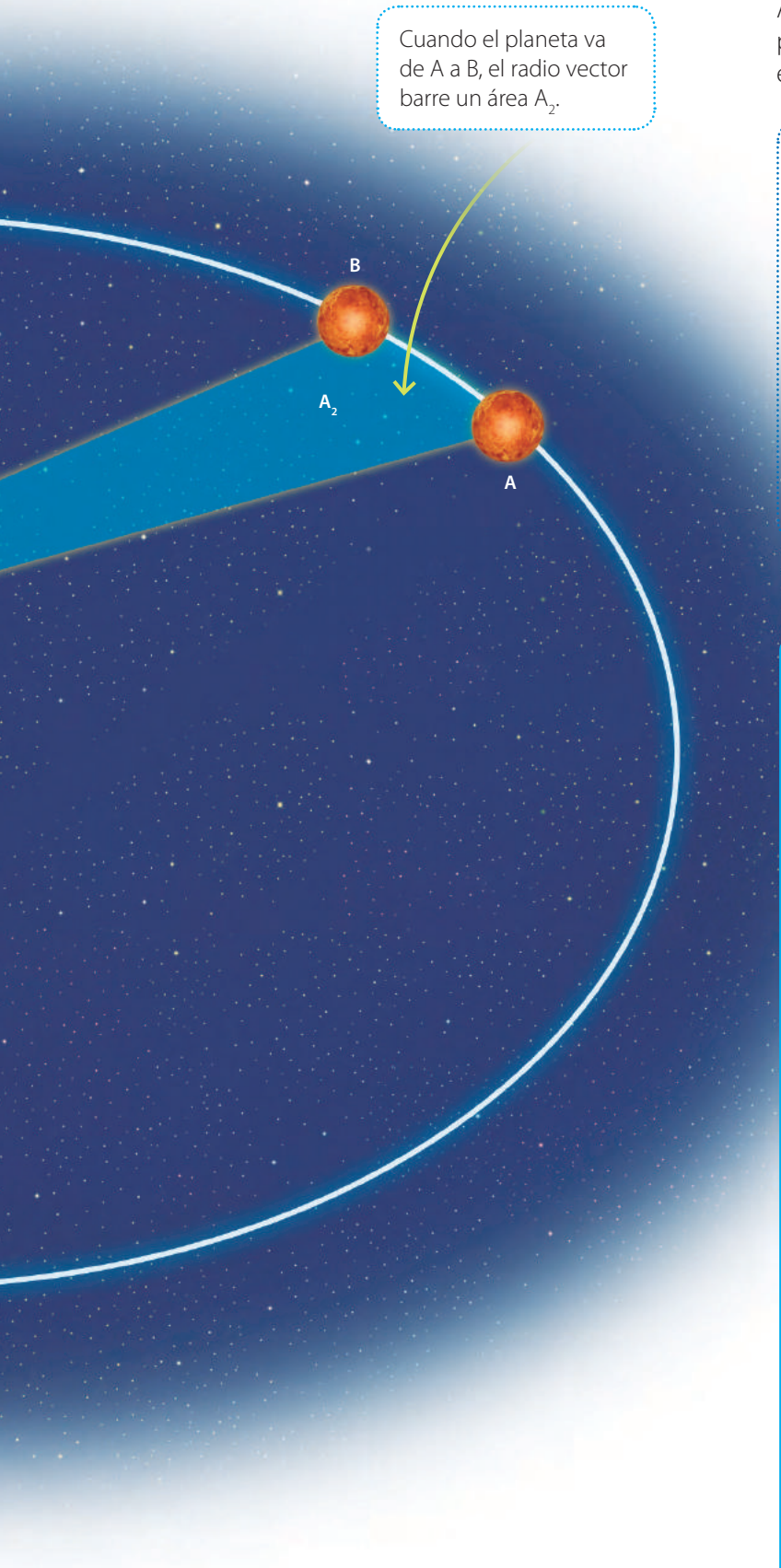


↑ Johannes Kepler publicó sus dos primeras leyes el año 1609 en su libro *Astronomía Nova*.

Actividad

- ¿Es la 2° ley de Kepler la que explica las estaciones del año en la Tierra?
- ¿Por qué no podemos apreciar que, en alguna época del año, la Tierra esté más lejos o más cerca del Sol?
- ¿Por qué no podemos percibir que Tierra se mueva más rápido en una época que en otra?

F2P118



La tercera ley de Kepler

Analizando en profundidad los datos dejados por Tycho Brahe, Kepler pudo proponer de forma empírica su tercera ley.

El cuadrado del período de revolución de un planeta en torno al Sol es directamente proporcional al cubo del semieje mayor (o radio medio).

T: Período del planeta alrededor del Sol

a: Semieje mayor

$$T^2 = K \cdot a^3$$

K: Constante de proporcionalidad que depende de la masa del Sol.

Actividad

En parejas, analicen la tabla y luego respondan.

Semieje mayor y período orbital de algunos planetas

Planeta	Semieje mayor (a)	Período orbital (T)
Marte 	$2{,}286 \cdot 10^8$ km	1,88 años
Júpiter 	$7{,}804 \cdot 10^8$ km	11,86 años
Saturno 	$1{,}427 \cdot 10^9$ km	29,34 años

Fuente: NASA

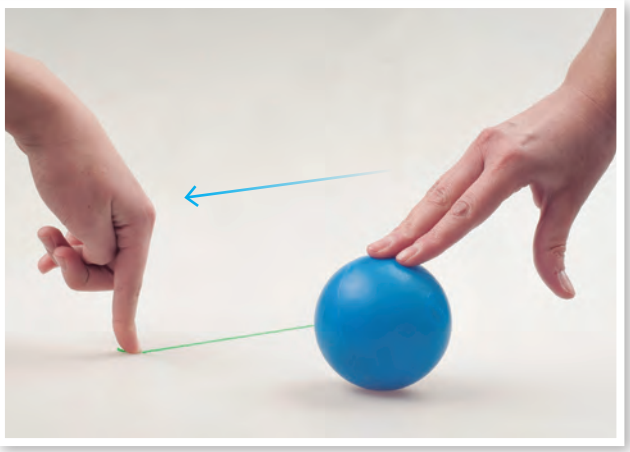
¿Cómo, empleando la tercera ley de Kepler, determinarían el valor de la constante K del sistema solar? Describan el método que emplearían. Luego, calculen su valor.

La ley de gravitación universal

Actividad



Consigan una pelota, hilo y cinta adhesiva. Dejen la pelota en una superficie horizontal. Denle un impulso y observen.



Empleando la cinta, adhieran el hilo a la pelota. Luego, mientras uno sostiene el hilo, otro integrante debe darle un impulso.

¿Qué cambio se observó en la segunda situación respecto de la primera?, ¿a qué se debe?

Isaac Newton pensó que si alejábamos paulatinamente un cuerpo de la Tierra, llegaría un momento en que este quedaría atrapado en una órbita, tal como se describe a continuación.



↑ Si un proyectil es lanzado desde una montaña muy alta, este describirá una trayectoria curva hasta chocar con la Tierra.

↑ Al aumentar la velocidad inicial del proyectil, la curva que describe su movimiento es mayor.

↑ Si la velocidad inicial es suficiente, el proyectil seguirá cayendo permanentemente, es decir, entrará en una órbita cerrada en torno a la Tierra.

A partir de sus observaciones, Newton propuso un modelo conocido como **la ley de gravitación universal**.

Todos los cuerpos en el universo se atraen con una fuerza que es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. En lenguaje matemático, esto se expresa como:

Fuerza de atracción gravitacional

$$F = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{r^2}$$

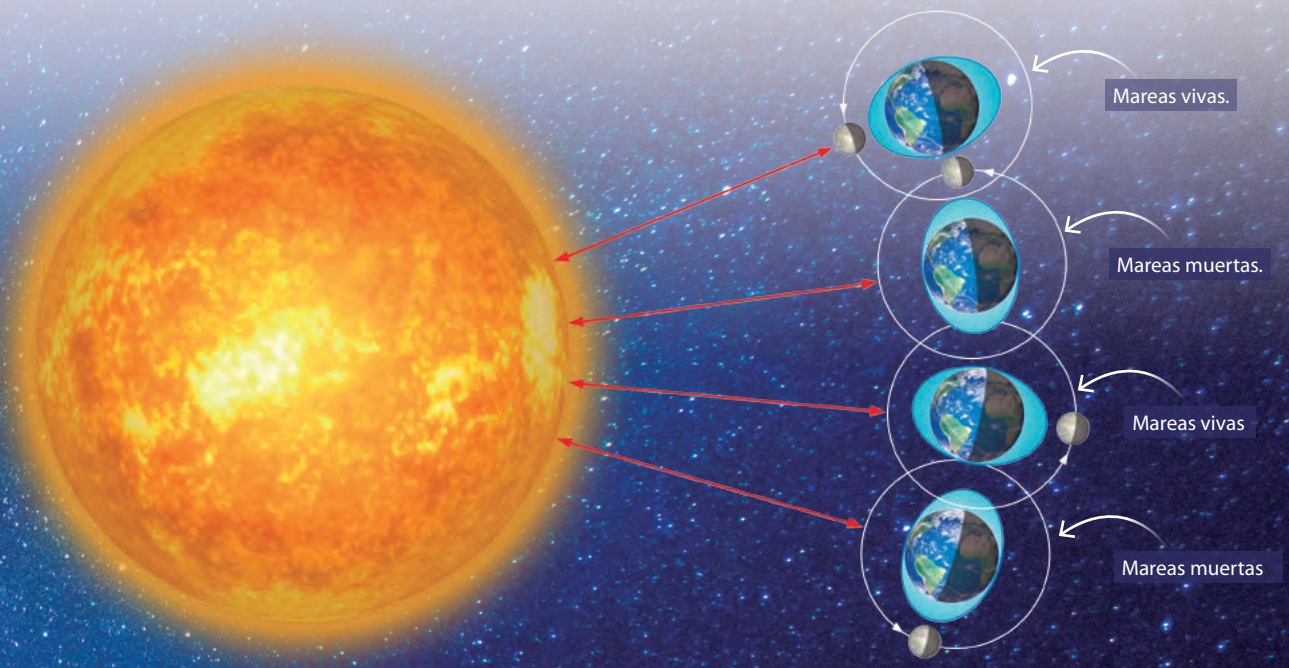
Masas de los cuerpos que interactúan

Distancia de separación entre los cuerpos (desde sus centros de masa)

Constante de gravitación universal
$G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ N \cdot m^2/kg^2$.

La ley de gravitación universal de Newton tuvo enormes implicancias, ya que a partir de ella fue posible aclarar una diversidad de fenómenos. Por ejemplo, Newton explicó las mareas relacionándolas con la fuerza de atracción gravitacional que ejercen la Luna y el Sol sobre los océanos terrestres. Esto se muestra mediante el siguiente esquema:

↑ La gravitación universal, explica hechos tan cotidianos como la caída de los cuerpos.



↑ Respecto de los efectos gravitacionales de la Luna y el Sol sobre la Tierra, es importante mencionar que la Luna y el Sol, además de producir mareas en los océanos, también las generan en la corteza y en la atmósfera. Por otra parte, las mareas han ido reduciendo la rotación terrestre (de unas 8 horas a 24 horas hoy) respecto del Sol. Además, la Luna nos muestra siempre la misma cara porque las mareas que le produjo la Tierra en el pasado terminaron por frenar su rotación respecto de la Tierra.

¿Cómo las leyes de Kepler y la de gravitación de Newton están presentes en el universo?

Las leyes de Kepler y de gravitación en el cosmos

Una galaxia es una estructura conformada por millones de estrellas (entre otros cuerpos) que se encuentran unidas por la acción de la fuerza de atracción gravitacional.

El sistema solar se formó debido a la fuerza de atracción gravitacional generada al interior de una nube de polvo y gas cósmico.

Las estrellas se forman en las nebulosas por el colapso gravitacional del gas y polvo cósmico.

Los planetas también se forman debido a la fuerza de atracción gravitacional.

La fuerza de atracción gravitacional y las leyes de Kepler también se aplican para otros cuerpos, como satélites naturales, asteroides, cometas, planetas y también para los satélites artificiales, estaciones espaciales y viajes a la Luna, así como de las sondas enviadas a otros astros.

Ciertos cuerpos del sistema solar, como los cometas, presentan órbitas elípticas muy excéntricas.

Las leyes de Kepler y la de gravitación en el desarrollo de la tecnología espacial



El conocimiento de la ley de gravitación ha posibilitado los lanzamientos espaciales.



Cuando una nave espacial va, por ejemplo, de la Tierra a la Luna, la fuerza de gravedad de la Tierra es empleada para impulsarla.



Gracias a la fuerza de atracción gravitacional, existe una gran cantidad de satélites de comunicación e investigación orbitando a nuestro planeta.



Existen algunas sondas espaciales de investigación que orbitan a otros cuerpos celestes, describiendo en algunos casos órbitas elípticas.

ACTIVIDAD

Investiga cómo los campos gravitacionales facilitan el desplazamiento de sondas y satélites espaciales.

¿El campo de fuerza gravitacional afecta el espacio a su alrededor?

Paso 1 Planifico y ejecuto una investigación



↑ Consigan tela elasticada, un tubo flexible de PVC, hilo, aguja, una piedra esférica o bola de acero y bolitas de diferentes tamaños.



↑ Hagan una circunferencia con el tubo. Luego, tensen la tela sobre él, y cosan los bordes. Ubiquen la piedra en el centro.



↑ Lancen de a una, las diferentes bolitas de manera tangencial a la esfera. Observen.

Paso 2 Organizo y analizo los resultados

a. ¿Cómo fueron las trayectorias de las bolitas?

b. ¿Qué objeto astronómico puede representar la bola de mayor tamaño? ¿Qué representarían las bolitas?

Paso 3 Concluyo y comunico

a. ¿La bola pesada modifica las propiedades de la tela (espacio) o de las bolitas?

b. Hagan un video de la experiencia y compártanlo a través de redes sociales.

EL IMPACTO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LA SOCIEDAD

El observatorio ALMA, contribuye a obener la primera imagen de un agujero negro

El radiotelescopio ALMA ubicado en Chile, en colaboración con otros observatorios del mundo, consiguió hacer historia al obtener la primera fotografía de un agujero negro. Este está ubicado en el centro de la galaxia M87 a 50 millones de años luz de la Tierra.

↑ Imagen teórica de un agujero negro.

Fuente: ESO

→ Fotografía real de un agujero negro.

Astrónoma chilena es destacada a nivel mundial

Recientemente, la prestigiosa revista científica *Science News*, seleccionó a la astrónoma chilena Paula Jofré entre los diez científicos jóvenes más destacados del mundo. Las áreas de investigación de esta notable astrónoma se centran en astrofísica estelar y galáctica.

Fuente: www.latercera.com



¿Por qué piensas que es importante impulsar el desarrollo científico de nuestro país?

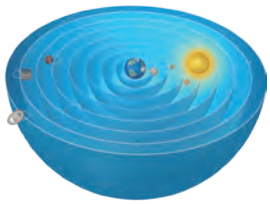
SÍNTESIS Y EVALUACIÓN

Para sintetizar

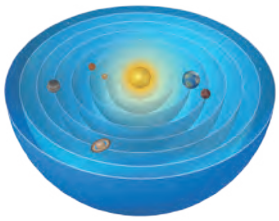
La evolución de los modelos del cosmos



De Aristóteles
El universo se conforma por regiones y la Tierra está en el centro.



De Ptolomeo
La Tierra en el centro y los planetas se mueven en epiciclos.



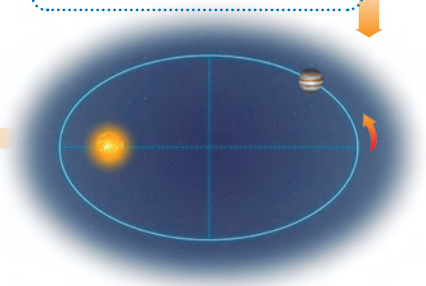
De Copérnico
El Sol en el centro y los planetas lo orbitan.



Del Big Bang
El universo es dinámico y nació de la explosión de una singularidad.



De Newton
El movimiento de los astros se debe a la fuerza de atracción gravitacional.



De Kepler
Los planetas describen órbitas elípticas.

Para saber cómo voy

Identifica

1. Un satélite es puesto en órbita, tal como se representa en la imagen.



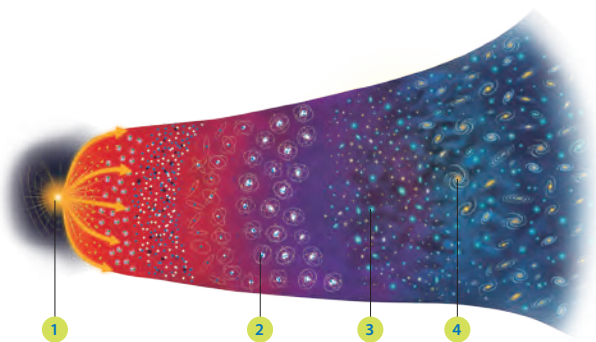
¿Cómo está presente la ley de gravitación de Newton en dicho fenómeno?

Reconoce

2. ¿Cuáles son algunos de los efectos terrestres y astronómicos explicables por la gravitación universal?

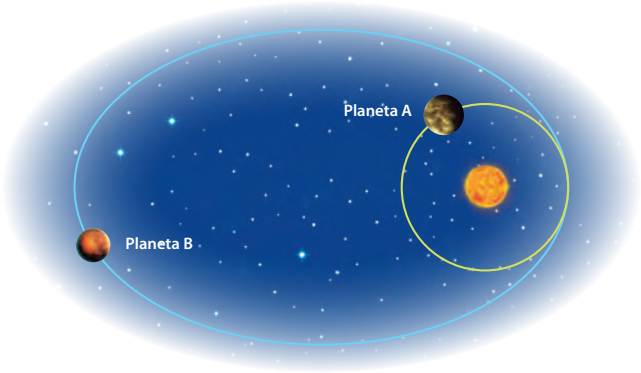
Explica

3. Explica según el Big Bang, la cronología del cosmos indicando los sucesos más relevantes ocurridos en los puntos 1 al 4.



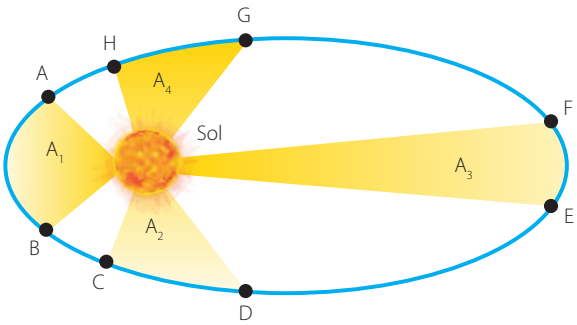
Analiza

4. ¿Cuál de los siguientes planetas tendrá un mayor período orbital? Justifica.



Analiza

5. En el esquema se muestran ciertas posiciones de un planeta a lo largo de su órbita.



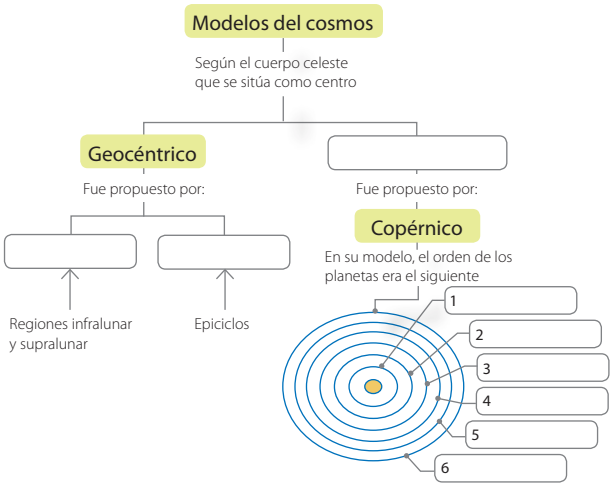
Si las áreas $A_4 = A_2$, ¿cómo será el tiempo que demora el planeta en moverse desde G a H respecto de C a D?

Explica

6. ¿Qué fenómenos son explicados por la ley de gravitación universal?

Sintetiza

7. ¿Qué conceptos completan de manera correcta el organizador? Escríbelos en tu cuaderno.



Evalúa

8. Juan completó la siguiente tabla.

Modelo	Centro del universo		Órbitas planetarias		Presencia de esfera de estrellas fijas	
	Sol	Tierra	Epiciclos	Circunferenciales	Sí	No
De Ptolomeo		✓		✓	✓	
De Copérnico	✓		✓			✓

¿Fue completada de manera correcta? De no ser así, corrígela.

Para cerrar

- ¿Cuál sería tu respuesta a la pregunta planteada en el título de unidad?

Unidad 6

¿DE QUÉ MANERA SE DESCRIBEN LOS **MOVIMIENTOS**?





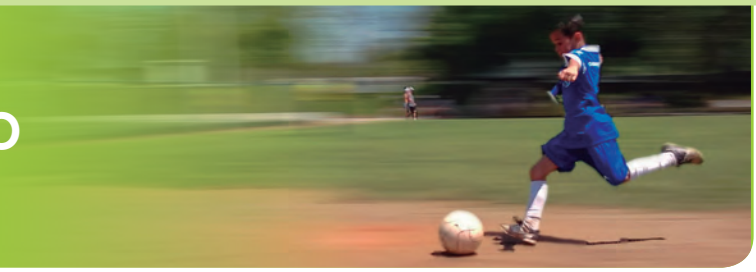




- ¿Qué tienen en común las imágenes presentadas en estas páginas?
- ¿Cómo te puedes dar cuenta de que un cuerpo se mueve?

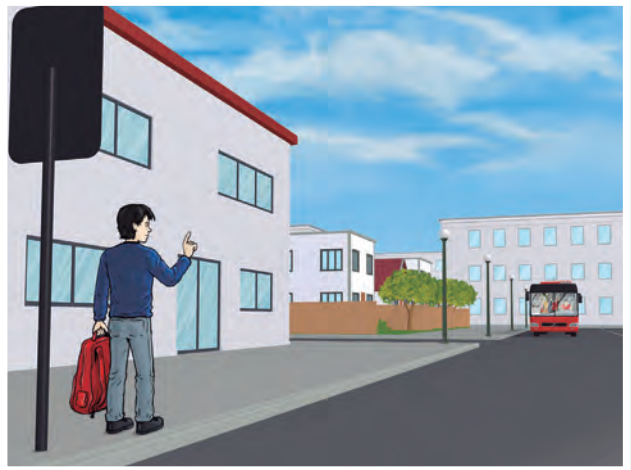
Lección

11 EL MOVIMIENTO RELATIVO



Para comenzar

Formen parejas y observen la siguiente secuencia de imágenes.



↑ Felipe se encuentra detenido respecto de la calle y observa que viene el autobús.



↑ Al subirse, el autobús se pone en movimiento respecto de la calle. Después, Felipe se encuentra en reposo respecto de una amiga que camina por el pasillo del autobús.



↑ Al mirar por la ventana, observa un automóvil que se mueve respecto de la calle, sin embargo, parece estar detenido respecto del autobús.



↑ Al descender del autobús, el punto de vista de Felipe cambia y lo ve alejarse respecto de la calle.

- ¿De qué manera están presentes los conceptos de movimiento y reposo en la situación?
- ¿Es posible afirmar que Felipe está en reposo dentro del autobús? Explica.
- ¿Por qué el automóvil parece estar detenido respecto del autobús?

¿Qué es un sistema de referencia?

Cada vez que buscamos una dirección en una ciudad, necesitamos de al menos un **punto de referencia**. Este es un lugar desde donde se determina la posición de un cuerpo. Un **sistema de referencias** es un objeto que posee una forma relativamente estable (idealmente un sólido) que se emplea para referirse al movimiento de otros objetos. Un **sistema de coordenadas** es un eje o sistema de ejes asociados, con el propósito de especificar posiciones de objetos, por medio de coordenadas, tal como analizaremos a continuación.

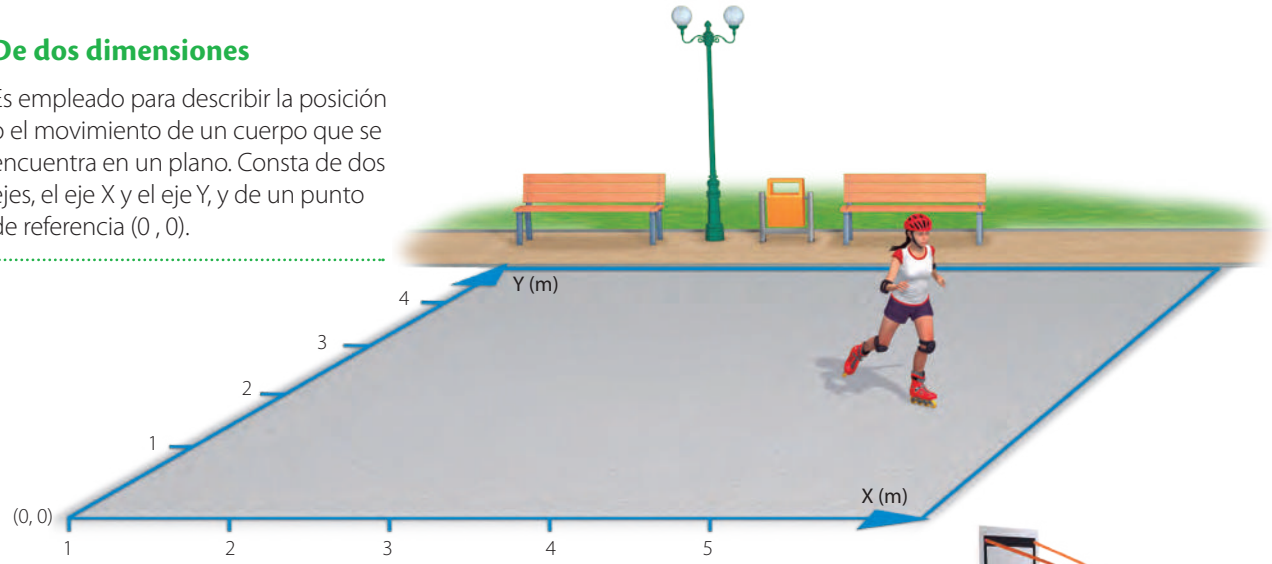
De una dimensión

Es útil para describir la posición o el movimiento de un cuerpo que se encuentra sobre una línea recta. Consta de un eje horizontal (X) y de un origen (0).



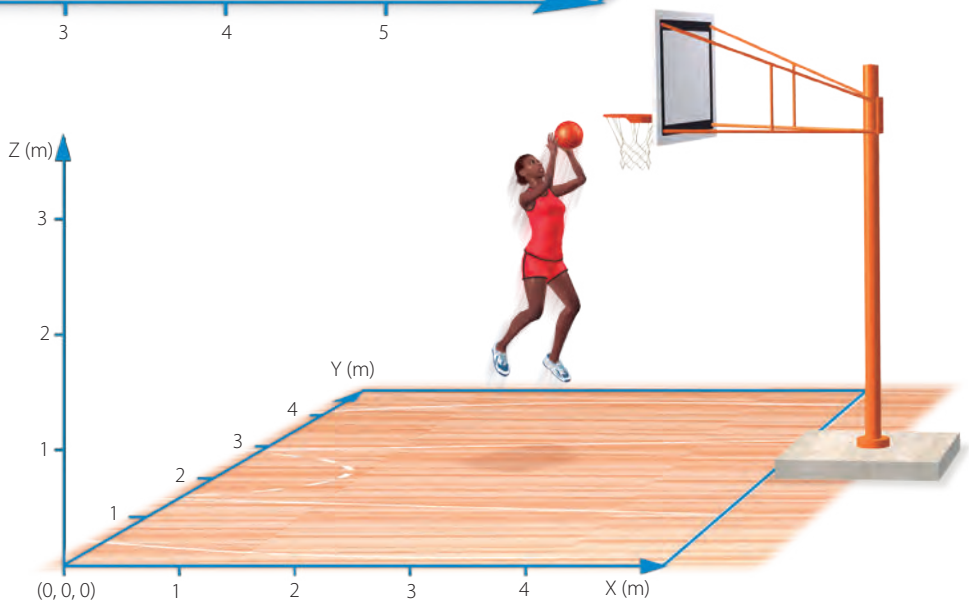
De dos dimensiones

Es empleado para describir la posición o el movimiento de un cuerpo que se encuentra en un plano. Consta de dos ejes, el eje X y el eje Y, y de un punto de referencia (0 , 0).



De tres dimensiones

Un sistema de coordenadas de tres dimensiones consta de tres ejes coordenados, X, Y y Z.

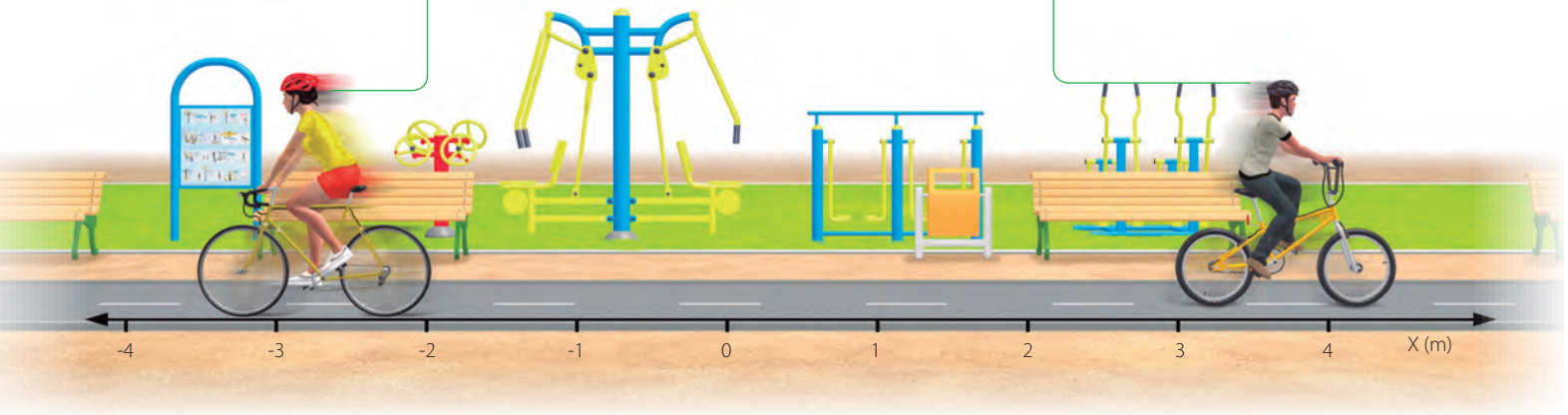


¿Qué parámetros se usan para describir el movimiento?

La posición

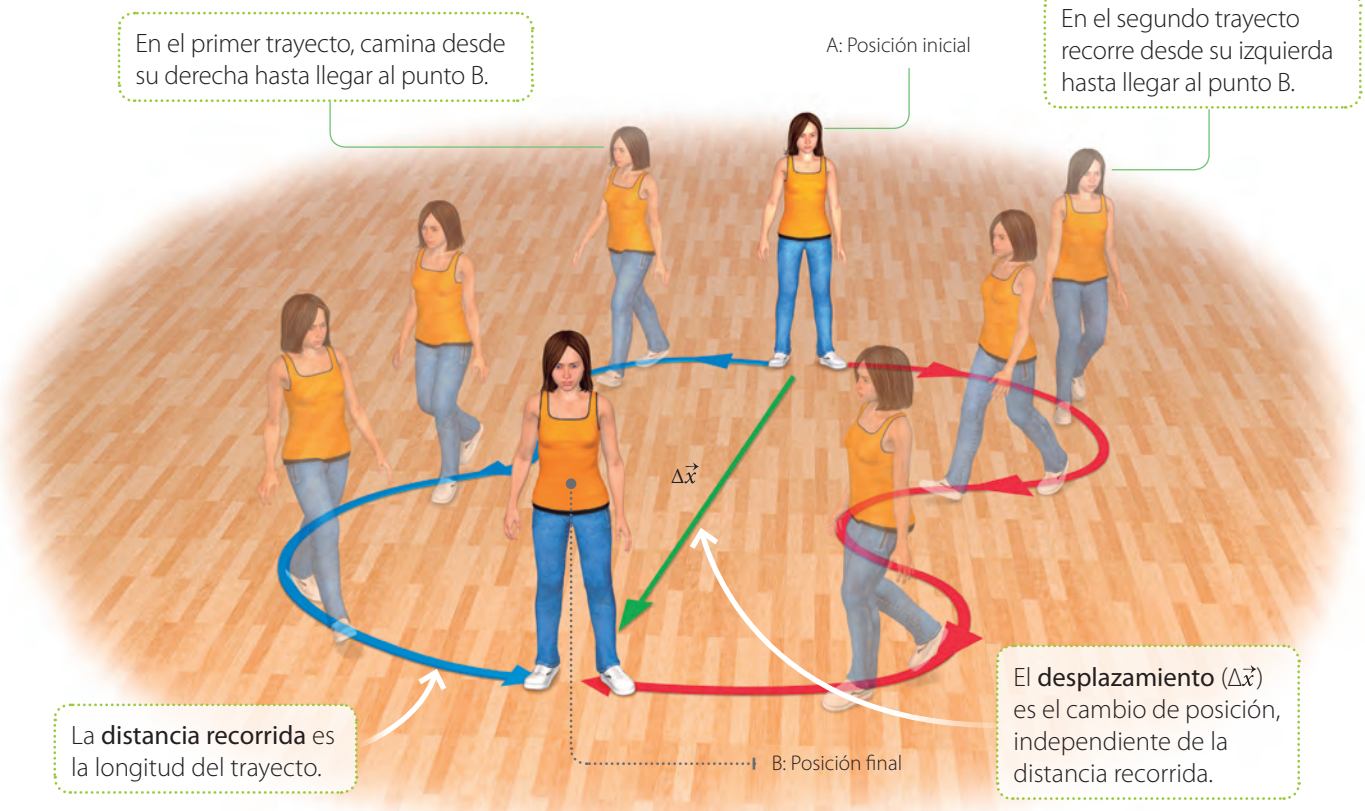
La **posición** de un cuerpo aporta información respecto de su distancia al punto de referencia, y de su orientación y sentido (en caso de que se mueva). Por ello, la posición es una **magnitud vectorial**. Analicemos el siguiente ejemplo:

¡Importante!
Una magnitud vectorial, además de un valor numérico, requiere de una dirección y un sentido.



La distancia recorrida y el desplazamiento

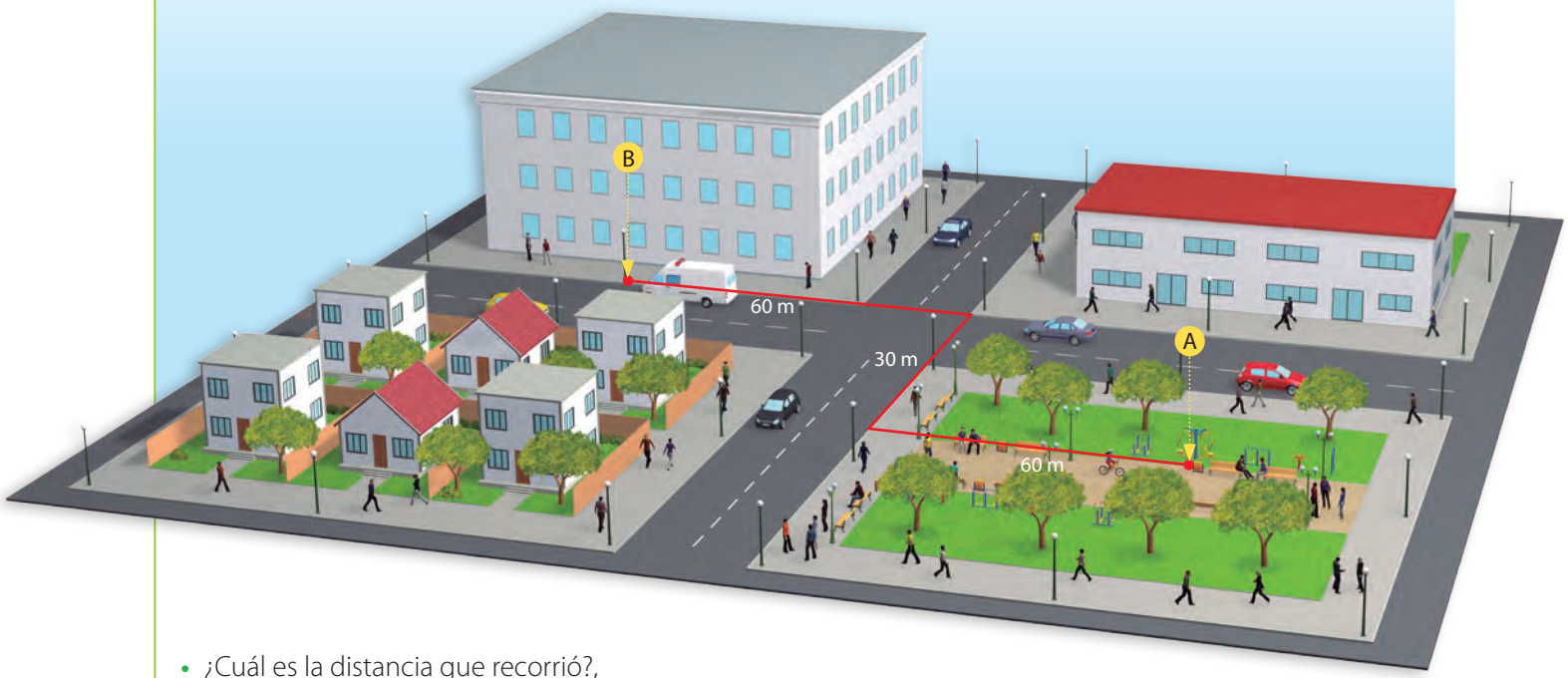
Para ir del punto A hasta B, una joven emplea dos caminos diferentes.



La rapidez y la velocidad

Actividad

Una persona va de A hasta B por el camino señalado, tardando cinco minutos en hacerlo.



- ¿Cuál es la distancia que recorrió?, ¿cuál fue su desplazamiento?
- ¿Qué valor resulta al dividir la distancia recorrida por el tiempo (en segundos)? ¿Cuál es el resultado de dividir el desplazamiento por el tiempo?
- ¿Difieren los valores anteriores?, ¿qué piensan que representa cada uno?

Es habitual pensar que los conceptos de rapidez y velocidad son lo mismo. Sin embargo, cada uno de ellos representa algo distinto. La **rapidez media** da cuenta de qué tan deprisa se mueve un objeto, y es la distancia recorrida por unidad de tiempo. Por otra parte, la **velocidad** de un cuerpo corresponde a su desplazamiento por unidad de tiempo. En el SI, ambas se miden en m/s.

¡Importante!
La velocidad es una magnitud vectorial y la rapidez una magnitud escalar.

Rapidez

Rapidez — Distancia

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

Intervalo de tiempo

Velocidad

Velocidad — Desplazamiento

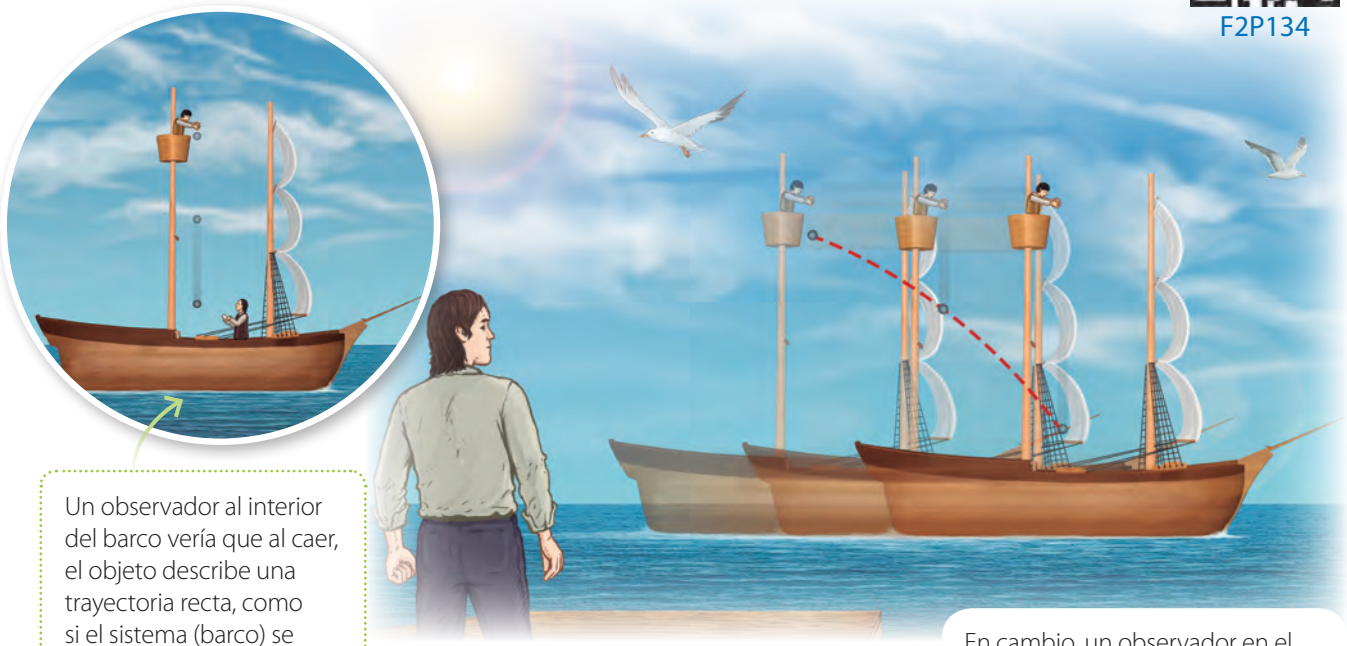
$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

Intervalo de tiempo

La relatividad del movimiento

F2P134

Un objeto es soltado desde el mástil de un barco en movimiento, tal como se representa a continuación:



Un observador al interior del barco vería que al caer, el objeto describe una trayectoria recta, como si el sistema (barco) se encontrara en reposo.

↑ Supón que el viento no afecta el movimiento del objeto en caída.

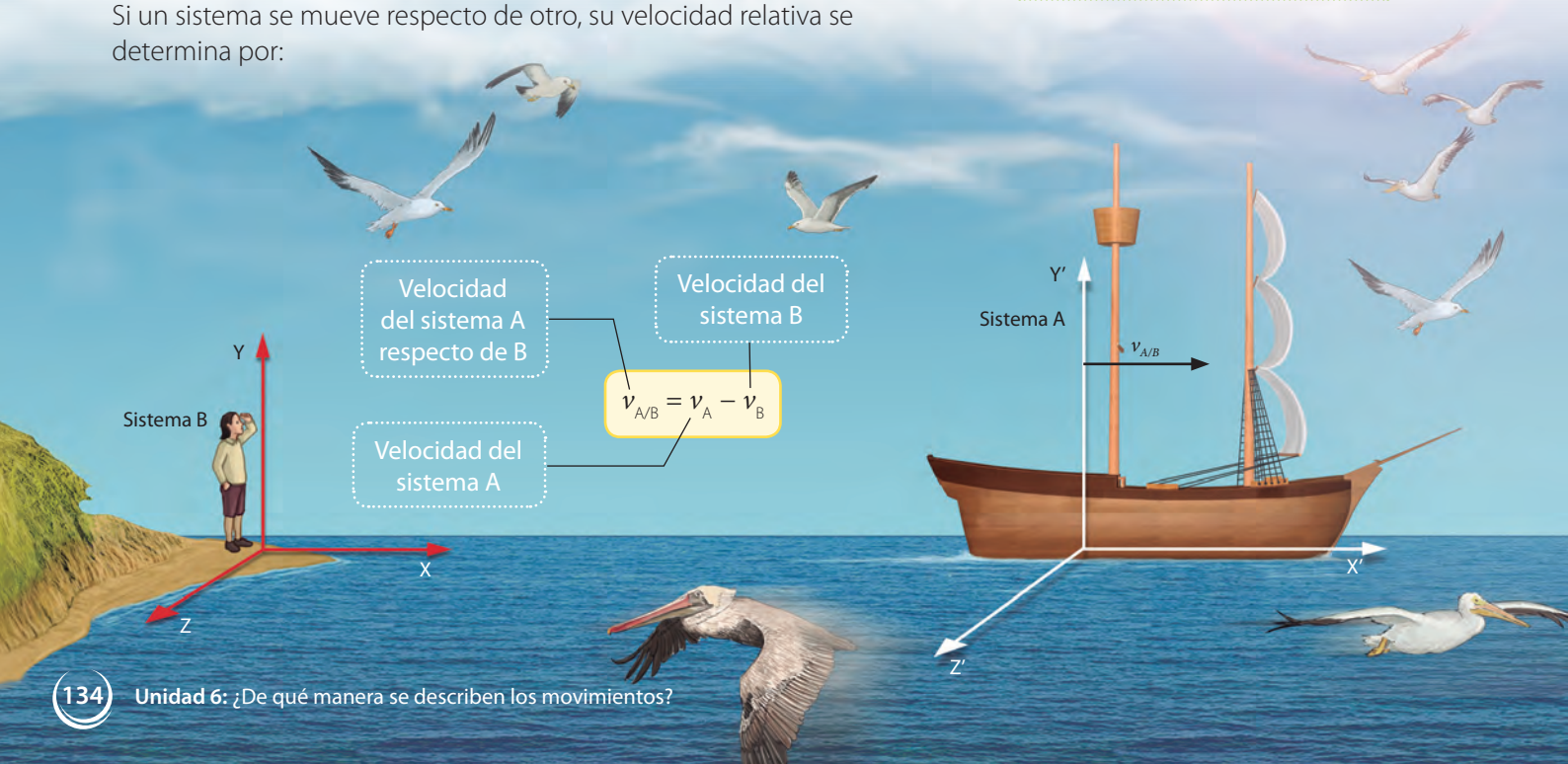
En cambio, un observador en el muelle vería que al caer, el objeto describe una trayectoria curva.

El **movimiento es relativo** con respecto al sistema de referencia que escojamos. A partir de esto, es posible comprender que ciertos conceptos, como el **reposo**, solo son válidos en determinados contextos, ya que un cuerpo puede estar en movimiento respecto de un sistema de referencia y, a la vez, en reposo respecto de otro. También, un cuerpo puede describir una trayectoria curva respecto de un sistema de referencias y, a la vez, una trayectoria rectilínea respecto de otro.

La relatividad del movimiento fue estudiada y presentada por primera vez en forma explícita por Galileo Galilei (incluida la fórmula de más abajo). La relatividad de Galileo poco tiene que ver con la teoría de la relatividad de Einstein.

La velocidad relativa

Si un sistema se mueve respecto de otro, su velocidad relativa se determina por:



La forma de la trayectoria de un objeto en movimiento, ¿depende de quien la observe?

Paso 1 Planifico y ejecuto una investigación

Materiales: dos celulares y una pelotita.



↑ Un integrante debe soltar la pelota desde 1 m de altura, mientras graba con su celular y camina (el trayecto debe estar despejado para no tropezar). Simultáneamente, otro integrante del grupo debe grabar a su compañero mientras deja caer el objeto.

Paso 2 Organizo y analizo los resultados

a. Analicen los videos que registraron la trayectoria del objeto en caída.

b. ¿Cómo fueron las trayectorias del objeto respecto de cada uno de los estudiantes? Describan.

Paso 3 Concluyo

a. Considerando lo observado, ¿qué piensan que es el movimiento relativo?, ¿de qué manera está presente en la actividad?

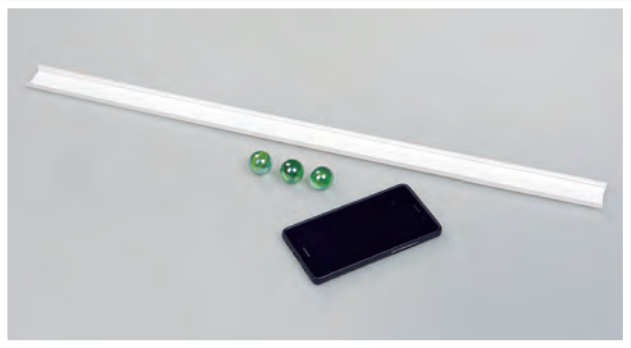
b. ¿De qué modo les ayudó en la realización de la actividad el uso de los teléfonos celulares?

Lección

12 EL MOVIMIENTO RECTILÍNEO



Para comenzar



Materiales: un riel de un metro de largo, cronómetro y bolitas.



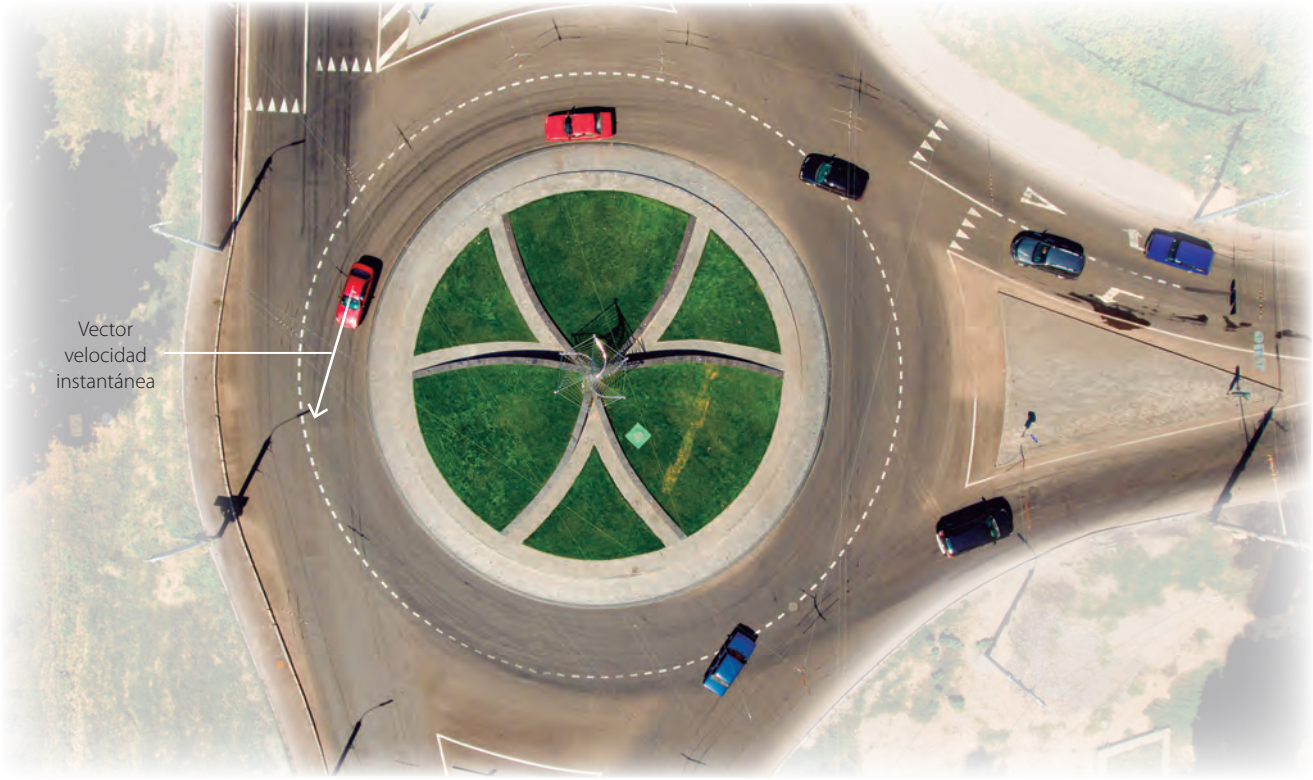
Denle un impulso a la bolita y registren de forma simultánea el tiempo que tarda en recorrer el riel. ¿Qué magnitud da cuenta de la distancia recorrida por unidad de tiempo?

La rapidez y la velocidad en el movimiento rectilíneo

Para comprender los conceptos de rapidez y velocidad, observa la imagen y lee los textos asociados.

La rapidez de la deportista en un instante determinado corresponde a la **rapidez instantánea**. Por otro lado, su **velocidad instantánea** corresponde al cambio de posición que experimenta en un instante.



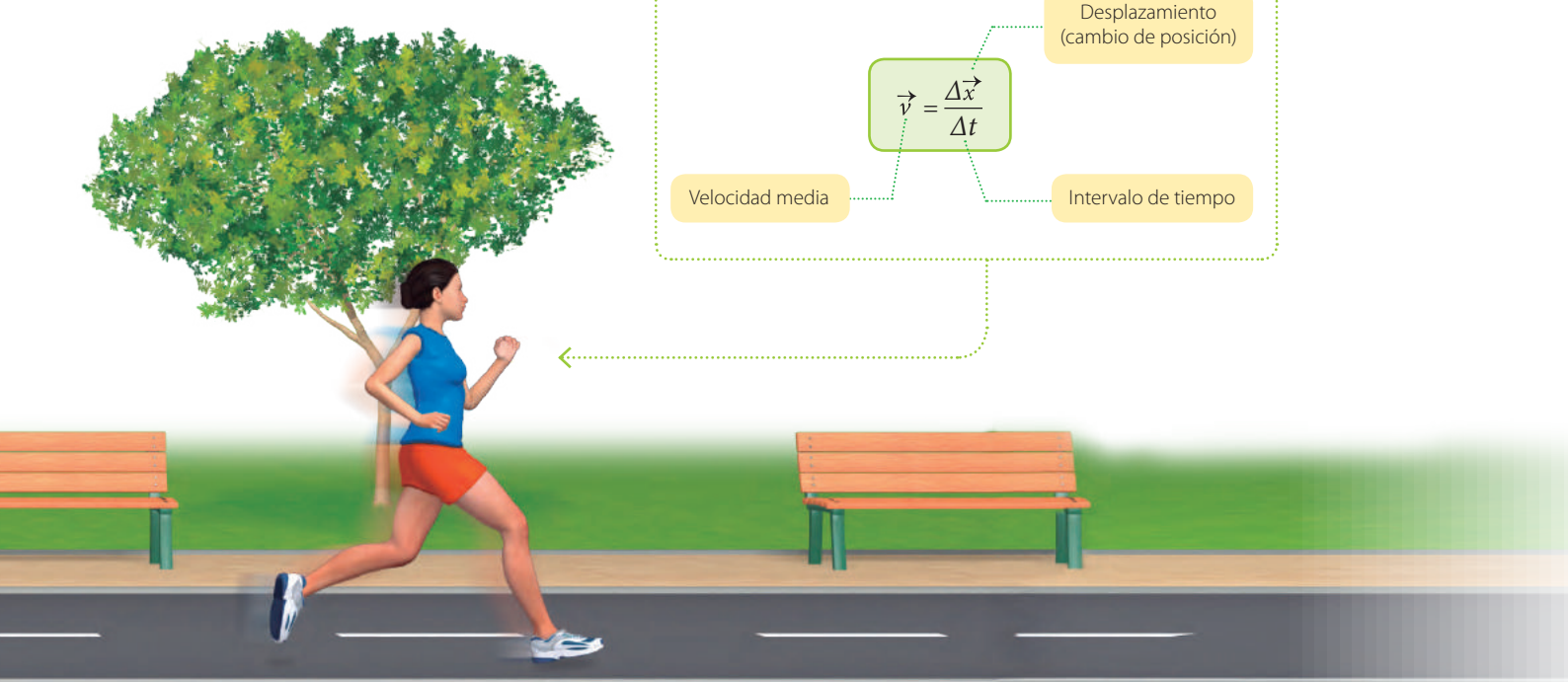


↑ Cuando un cuerpo describe una trayectoria curva, el vector velocidad instantánea es tangente a esta.

A la distancia recorrida por la deportista por unidad de tiempo se le denomina **rapidez media**. En cambio, la **velocidad media** de ella entrega información respecto a qué tan deprisa cambia de posición. Su modelo matemático es:

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

- $\vec{v}$: Velocidad media
- $\Delta \vec{x}$: Desplazamiento (cambio de posición)
- Δt: Intervalo de tiempo

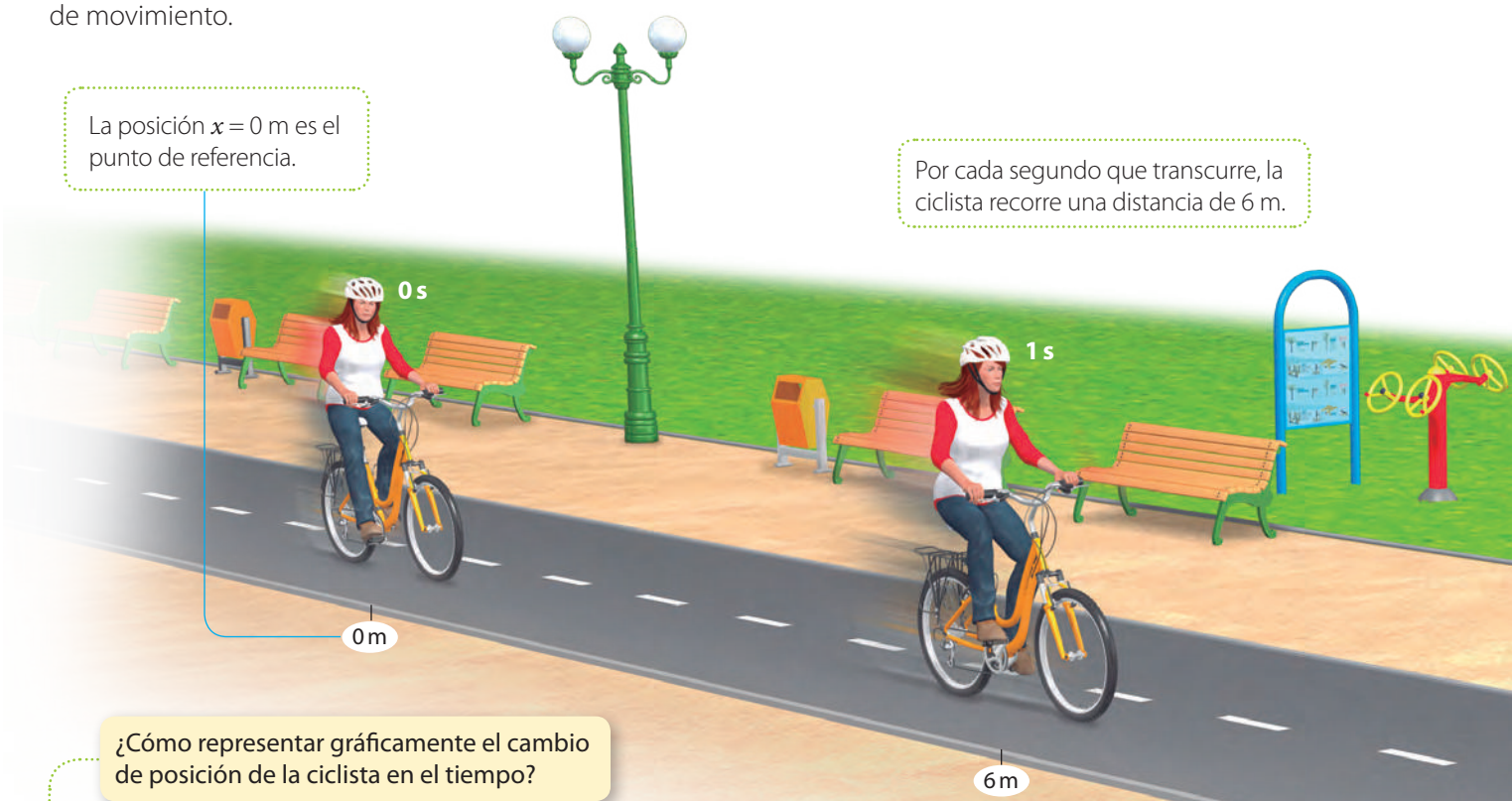


¿Qué es el movimiento rectilíneo uniforme (MRU)?

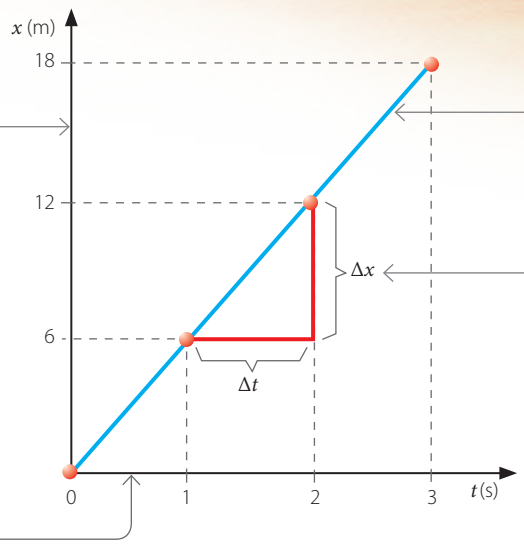
Una ciclista se mueve en línea recta y sin cambiar el sentido de su movimiento, de manera tal que recorre distancias iguales en tiempos iguales (velocidad y rapidez constante). Cuando esto sucede, decimos que el movimiento es **rectilíneo uniforme (MRU)**. Analicemos este tipo de movimiento.

La posición $x = 0$ m es el punto de referencia.

Por cada segundo que transcurre, la ciclista recorre una distancia de 6 m.



¿Cómo representar gráficamente el cambio de posición de la ciclista en el tiempo?



En el eje vertical se consignan los valores de la posición.

Para graficar la situación se deben unir los puntos.

En el eje horizontal se anotan los valores del tiempo.

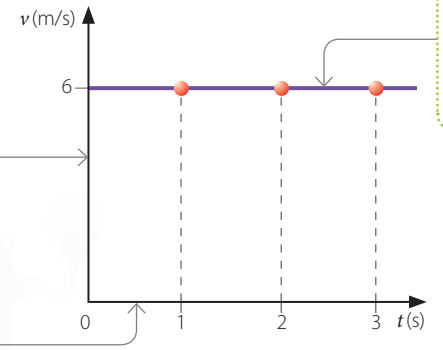
La pendiente de la recta corresponde a la velocidad de la ciclista. Es decir:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{12\text{ m} - 6\text{ m}}{2\text{ s} - 1\text{ s}} = 6\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

¿Cómo piensan que sería el gráfico si la ciclista no partiera del origen del sistema de referencia?

¿Cómo es el gráfico de la velocidad de la ciclista en el transcurso del tiempo?

En el eje vertical se consigna el valor de la velocidad.



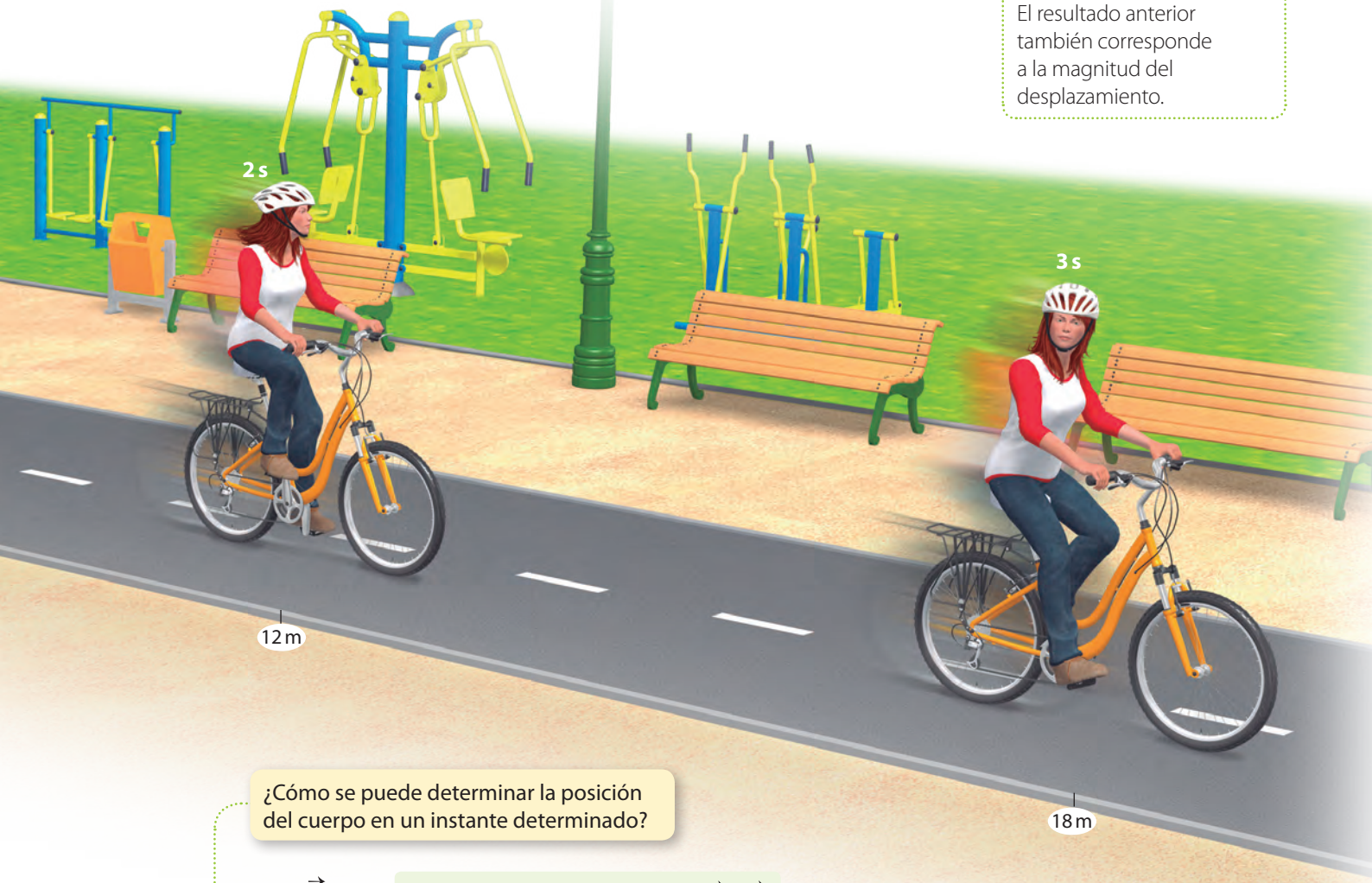
Para graficar la situación se deben ubicar los puntos correspondientes a la velocidad en cada instante. Luego, estos se unen.

En el eje horizontal se consigna el tiempo.

Para los datos del gráfico, la distancia recorrida es:

d = base • altura
= 3 s • 6 m/s = 18 m

El resultado anterior también corresponde a la magnitud del desplazamiento.



¿Cómo se puede determinar la posición del cuerpo en un instante determinado?

$\vec{v} = \frac{\Delta\vec{x}}{\Delta t}$ → Posición final – posición inicial = $\vec{x}_f - \vec{x}_i$

→ Intervalo de tiempo

$$v = \frac{\vec{x}_f - \vec{x}_i}{\Delta t} \Rightarrow \vec{x}_f = \vec{x}_i + \vec{v} \cdot \Delta t$$

Para un instante cualquiera, la expresión anterior resulta:

$$\vec{x} = \vec{x}_i + \vec{v} \cdot \Delta t$$

Esta ecuación es conocida como la **ecuación itinerario**.

F2P139

¿Qué es la aceleración y cómo está presente en los movimientos rectilíneos?

Actividad



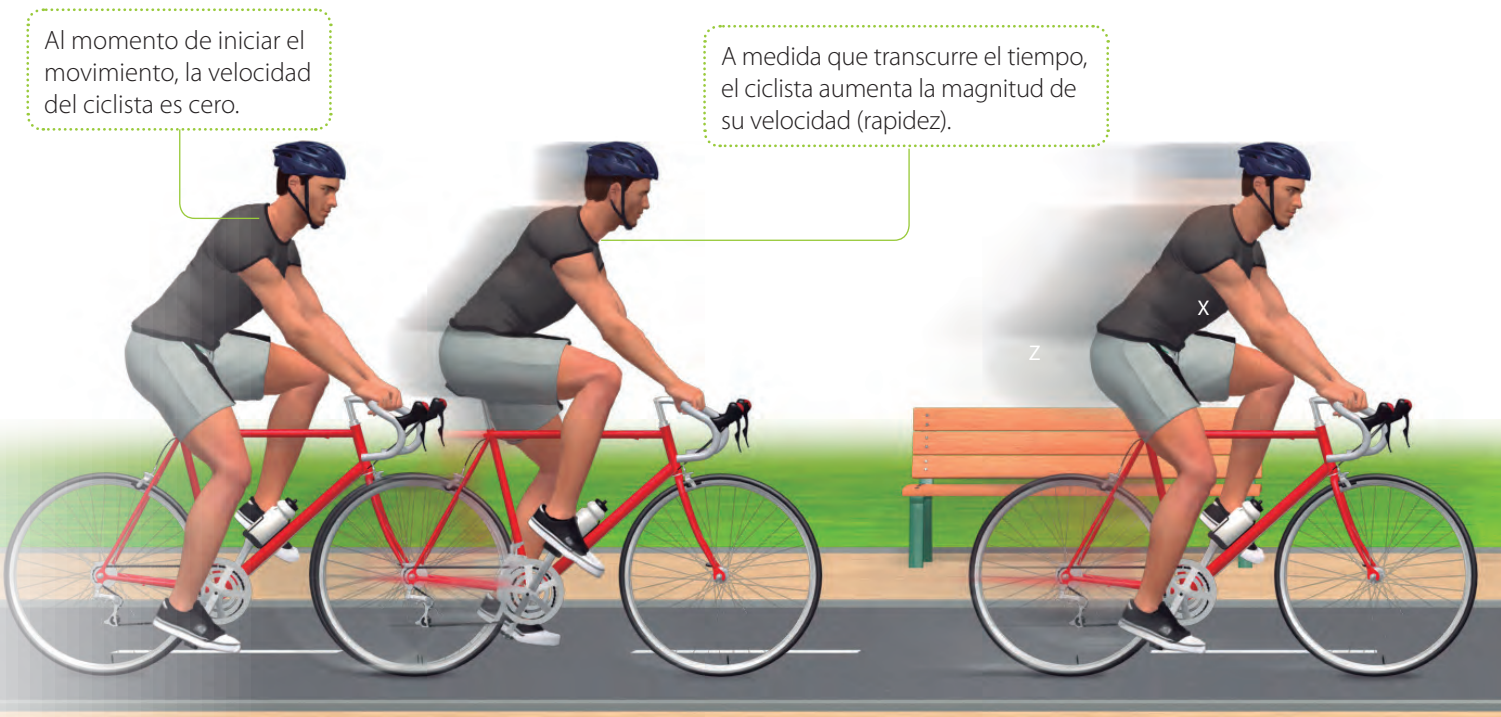
Consigan bolitas de igual masa, dos rieles de 40 cm y libros.



Sitúen ambos rieles con diferente inclinación, luego suelten silmultáneamente las bolitas.

- ¿De qué manera varió la velocidad de las bolitas? Describan.
- ¿Cuál de las bolitas alcanzó más rápidamente una mayor velocidad?, ¿cómo lo saben?

En la actividad anterior pudieron comprobar que mientras la bolita descendía por la rampa, la magnitud de su velocidad aumentó. Este cambio de la velocidad se relaciona con una importante magnitud física, la **aceleración**. Analicemos el siguiente ejemplo.





¿Piensan que se puede acelerar de manera indefinida?, ¿existirá una velocidad límite en el universo o se podrá alcanzar una velocidad infinita?

↑ Cualquier objeto que parta del reposo, como el disco lanzado por la joven, experimenta un proceso de aceleración.

Mientras el ciclista se encuentre acelerando, la magnitud de su velocidad (rapidez) se incrementará, por lo que para tiempos iguales, este recorrerá distancias cada vez mayores.

Matemáticamente, la **aceleración media** se modela como la razón entre la variación de la velocidad y el tiempo que transcurre en dicha variación. En el Sistema Internacional se mide en m/s^2.

Aceleración media

Variación de velocidad: $\vec{v}_f - \vec{v}_i$

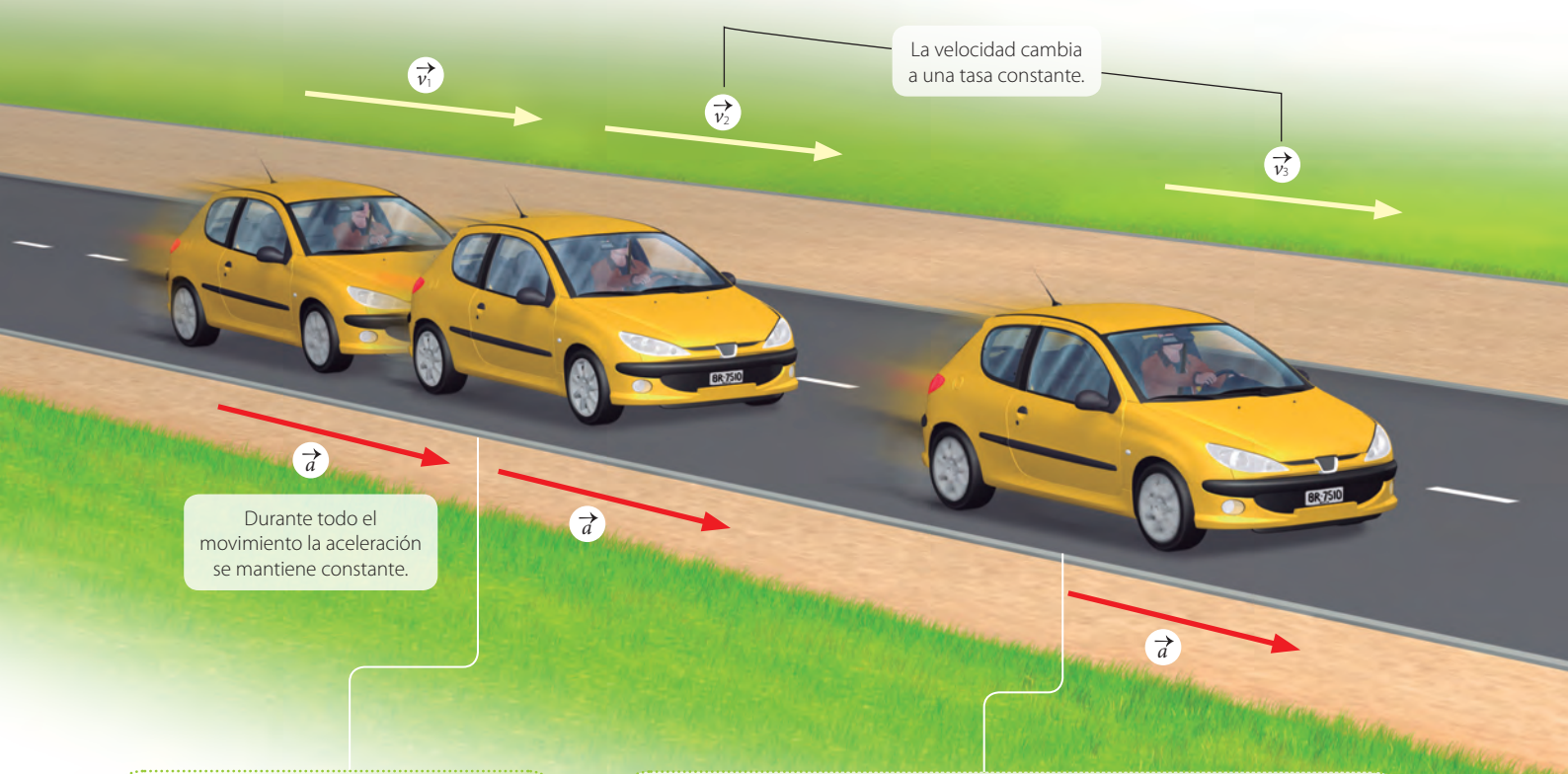
$$\vec{a}_m = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

Intervalo de tiempo

Es común pensar que la aceleración se asocia a un aumento en el valor de la velocidad de un cuerpo. Pero en realidad, guarda relación con cualquier tipo de cambio que esta experimente, ya sea la disminución de su valor o el cambio en la dirección del movimiento.

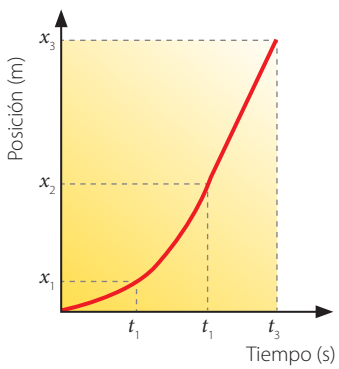
¿Qué es el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)?

Si un automóvil que se desplaza en línea recta presenta una aceleración constante (aumenta el valor de su velocidad a un mismo ritmo), entonces, podemos afirmar que posee un **movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)**. Analicemos este tipo de movimiento.

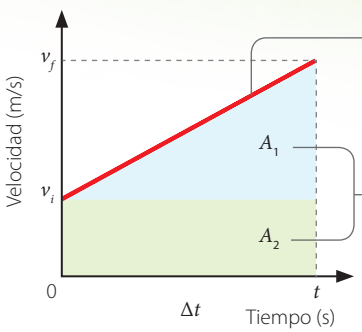


¿Cómo es el gráfico del cambio de posición del automóvil en función del tiempo?

El gráfico de la posición en función del tiempo resulta ser una curva similar a la siguiente:



¿Cómo se representa la velocidad en función del tiempo en un MRUA?



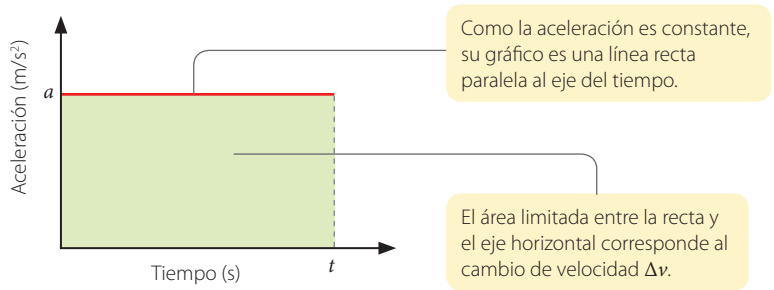
Para la distancia recorrida se puede obtener la siguiente expresión:

$$d = A_1 + A_2 = v_i \cdot \Delta t + \frac{1}{2} \cdot (v_f - v_i) \cdot \Delta t$$

Si la magnitud de la aceleración es $a = \frac{v_f - v_i}{\Delta t}$, entonces la expresión resulta:

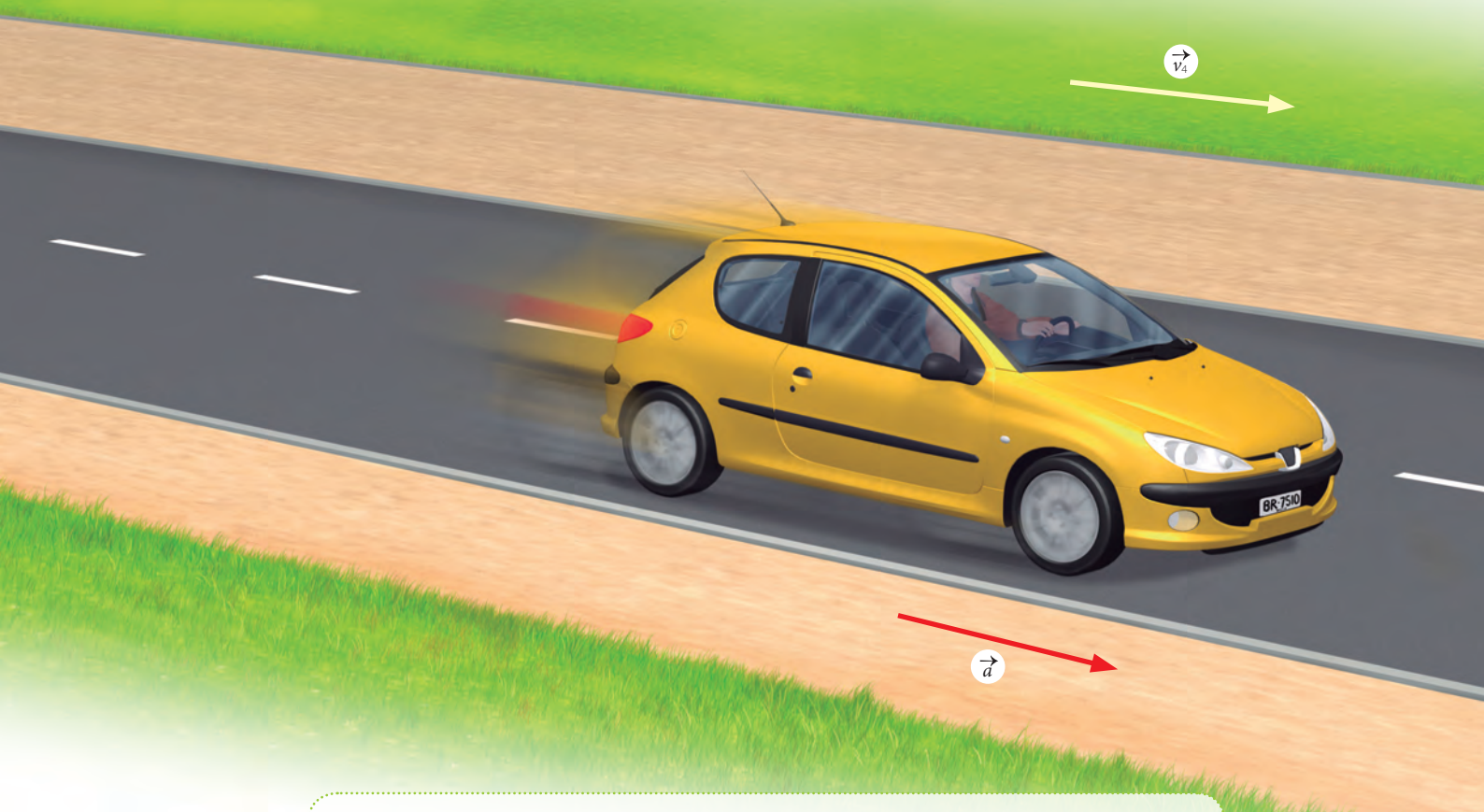
$$d = v_i \cdot \Delta t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot \Delta t^2$$

¿Cómo se representa la aceleración en función del tiempo en un MRUA?



F2P143

¿Qué movimiento que conozcas se puede asemejar a un MRUA?



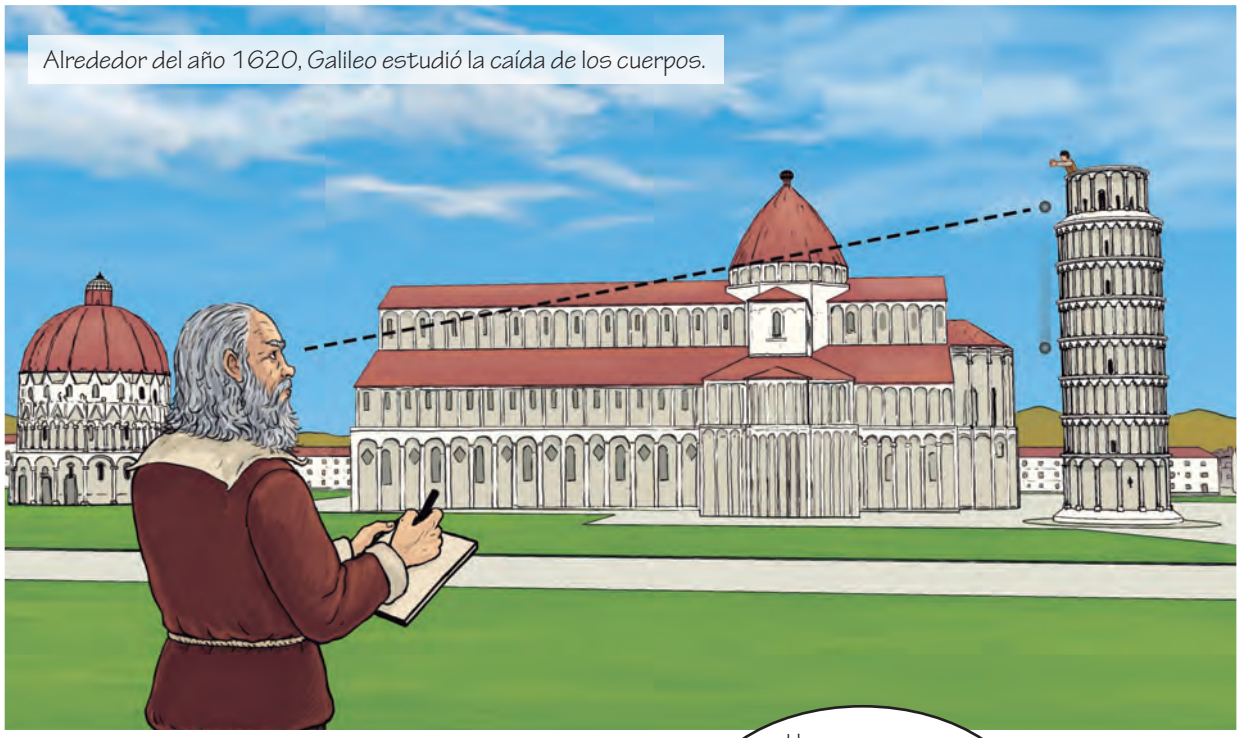
Algunos modelos matemáticos asociados al MRUA

A continuación, se presentan los modelos matemáticos más característicos del MRUA.

$$v_f = v_i + a \cdot \Delta t \qquad v_f^2 = v_i^2 + 2a \cdot \Delta x \qquad x_f = x_i + v_i \cdot \Delta t + \frac{1}{2} a \cdot \Delta t^2$$

Donde: v_f = magnitud de la velocidad final; v_i = magnitud de la velocidad inicial; a = magnitud de la aceleración; x_f = magnitud de la posición final; x_i = magnitud de la posición inicial y Δt = tiempo.

La caída libre y el lanzamiento vertical







Para estudiar la caída libre de un cuerpo, Galileo tuvo que recurrir a planos inclinados. Él dedujo que en este fenómeno la posición (y) cambiaba de forma proporcional al cuadrado del tiempo (t^2).

La caída de los cuerpos se debe a la fuerza de atracción gravitacional que ejerce la Tierra sobre aquellos que se encuentran en la cercanía de su superficie, y es un movimiento con aceleración constante (aceleración de gravedad $g = 9{,}8\ m/s^2$), por lo que es un ejemplo de MRUA.

Caída libre

Cada vez que un cuerpo es dejado caer de cierta altura, su velocidad inicial es cero. Por cada segundo de caída, el cuerpo incrementa en 9,8 m/s la magnitud de su velocidad.



Lanzamiento vertical

Al lanzar verticalmente un cuerpo, la velocidad máxima de este se produce justo en el instante del lanzamiento. Al alcanzar la altura máxima, el movimiento cambia de sentido y se convierte en caída libre.



Ecuaciones de caída libre y lanzamiento vertical

$$\vec{v}_f = \vec{v}_i + \vec{g} \cdot \Delta t$$

$$\vec{y}_f = \vec{y}_i + \vec{v}_i \cdot \Delta t + \frac{1}{2} \cdot \vec{g} \cdot \Delta t^2$$

¡Importante!

En la caída libre de un cuerpo se debe considerar que velocidad inicial es cero, además de despreciar el roce con el aire y el del empuje.

Actividad

Los datos de un cuerpo que cae se muestran en la tabla.

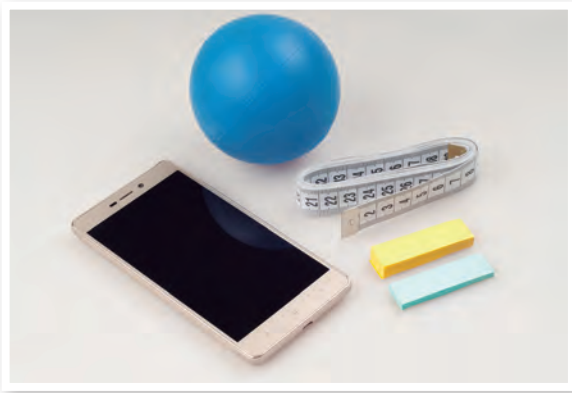
Posición (m)	Tiempo (s)
10,0	0,00
9,69	0,25
8,78	0,50
7,24	0,75
5,1	1,00

- ¿De qué altura fue dejado caer el cuerpo?
- Construyan un gráfico de la posición en función del tiempo.

F2P145

¿De qué forma se puede analizar la caída de un cuerpo?

Paso 1 Planifico y ejecuto una investigación

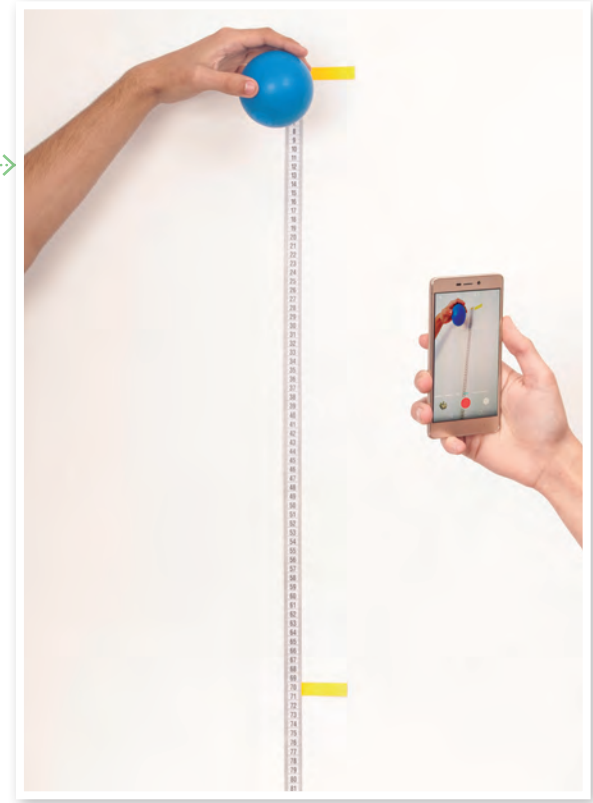


Materiales: un teléfono celular, una pelota, papeles adhesivos de colores y cinta métrica.



Descarguen en su celular una aplicación gratuita que les permita reproducir videos en cámara lenta.

Desde una altura de 2,1 m peguen marcas en el muro, espaciadas 70 cm una de otra. Luego, suelten la pelota y graben simultáneamente un video.



Paso 2 Organizo y analizo los resultados

a. Reproduzcan el video en cámara lenta, pausándolo para saber en qué tiempo la pelota pasó por cada marca. Completen la siguiente tabla.

Altura de la marca (m)	Tiempo (s)
2,1	0
1,4	
0,7	
0	

b. ¿Cómo varió el tiempo que tardó la pelota en recorrer tramos iguales?

Paso 3 Concluyo y comunico

a. ¿Qué aspectos mejorarían de la actividad realizada?

b. Para comunicar su experimento, elaboren un afiche.

EL IMPACTO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LA SOCIEDAD

Aplicando la propagación rectilínea de la luz

La luz es un ejemplo de un movimiento rectilíneo con velocidad constante. Sin embargo, debemos considerar que la luz no es un objeto como aquellos que vemos habitualmente. El hecho de que la luz se propague en línea recta tiene múltiples aplicaciones, ya que los láseres permiten realizar medidas muy precisas en áreas como la geología y astronomía.

¿Qué otras aplicaciones tiene la propagación rectilínea de la luz?

↑ El telescopio VLT, situado en el norte de Chile, emplea un potente láser, cuyo propósito es informar al observatorio de las condiciones atmosféricas y, usando la óptica adaptativa, deformar la curvatura del espejo objetivo, con el fin de reducir las titilaciones o refracción variable que produce el aire atmosférico.

Fuente: Archivo editorial/ESO

Proyecto Andes: un laboratorio subterráneo entre Chile y Argentina

El proyecto, impulsado por Argentina, Chile, Brasil y México, busca instalar un laboratorio a 1750 m bajo la cordillera de los Andes para estudiar el movimiento de neutrinos. En Chile, el proyecto es liderado por el investigador Claudio Dib.



↑ Esquema del laboratorio que se pretende construir.

Fuente: http://andeslab.org/

SÍNTESIS Y EVALUACIÓN

Para sintetizar

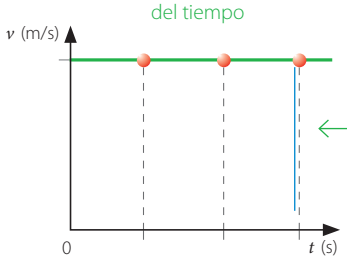
El movimiento

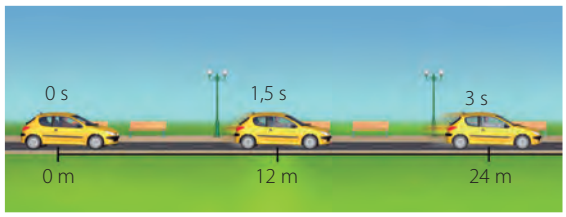
Se describe mediante:

- Sistemas de referencia
  - Que constan de:
    - Un sistema de coordenadas
    - Punto de referencia

Cuando es rectilíneo, puede ser:

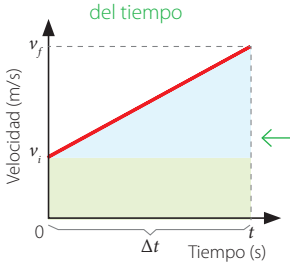
- Rectilíneo uniforme (MRU)
  - Velocidad en función del tiempo





O:

- Rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)
  - Velocidad en función del tiempo





Para saber cómo voy

Identifica y explica

1. Carolina lanza un balón hacia arriba.



¿Qué tipo de movimiento es? ¿Cómo varía dicho movimiento en el tiempo?

Predice

2. Una camioneta lanza pelotas desde su parte posterior y en sentido contrario a su movimiento.



¿Cómo serán las trayectorias de las pelotas vistas desde la orilla del camino?

Explica

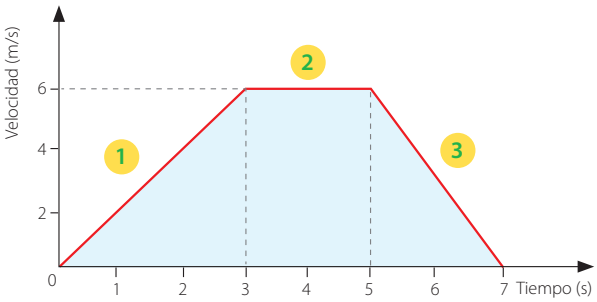
3. ¿Qué significa que el movimiento sea relativo?

Predice

4. Que la velocidad de un automóvil sea nula, ¿significa que se encuentra detenido?

Analiza

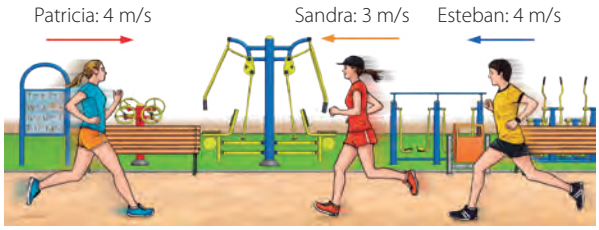
5. El siguiente gráfico muestra la velocidad de un ciclista en función del tiempo.



¿Qué tipo de movimiento realiza en cada tramo?

Aplica

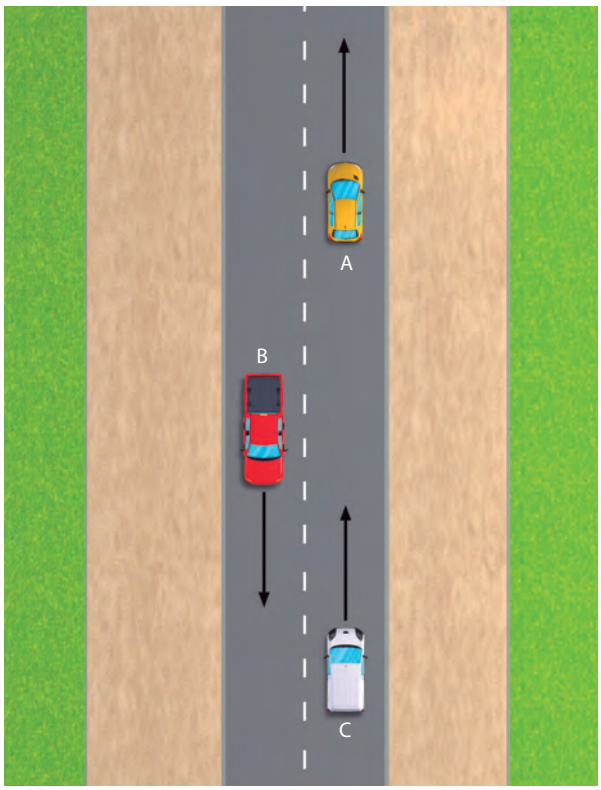
6. Observa la siguiente imagen. Las rapideces que se indican sobre las personas que corren, son consideradas respecto del suelo.



¿Cuál es la velocidad de Esteban respecto de Sandra y respecto de Patricia?

Aplica

7. En la imagen, la velocidad del automóvil A respecto del B es 100 km/h, y la del C, respecto del B es 130 km/h.



¿Cuál será la velocidad de A respecto de C?

Para cerrar

- El título de la unidad es: ¿De qué manera se describen los movimientos? ¿Cuál sería tu respuesta a esa gran pregunta?

Unidad 7

¿CÓMO LAS **FUERZAS** ESTÁN PRESENTES EN NUESTRO ENTORNO?









- ¿De qué manera está presente el concepto de fuerza en las imágenes?
- ¿Cómo se mide una fuerza?

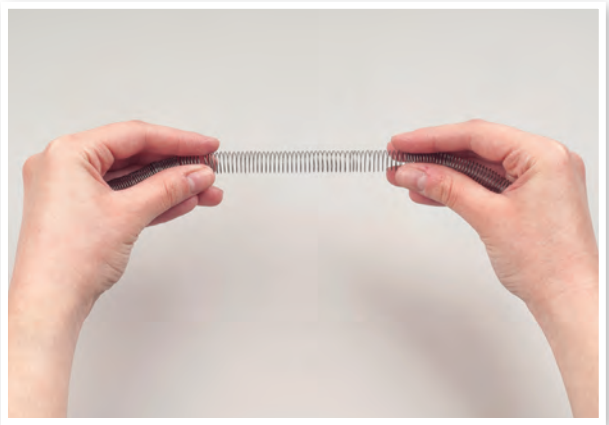
Lección

13 LAS **FUERZAS** Y SUS **EFECTOS**

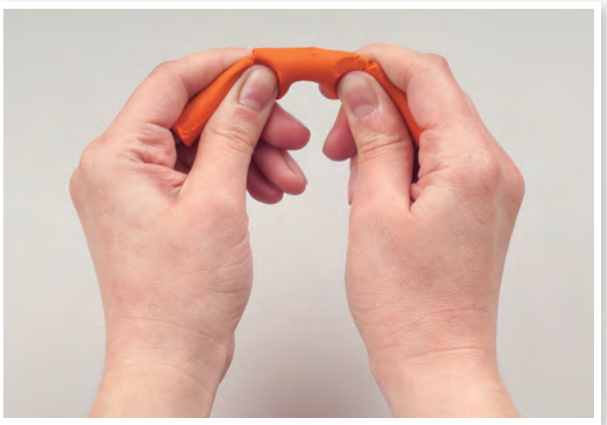


Materiales: un resorte, plasticina, una hoja y una bolita.

Para comenzar



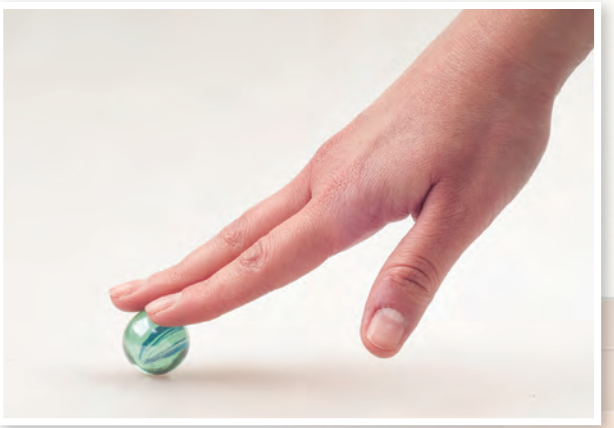
Estiren el resorte y observen qué sucede con su forma.



Presionen la plasticina y observen la forma que adquiere.



Arruguen la hoja de papel hasta formar una bola.



Finalmente, empujen la bolita y observen qué sucede.

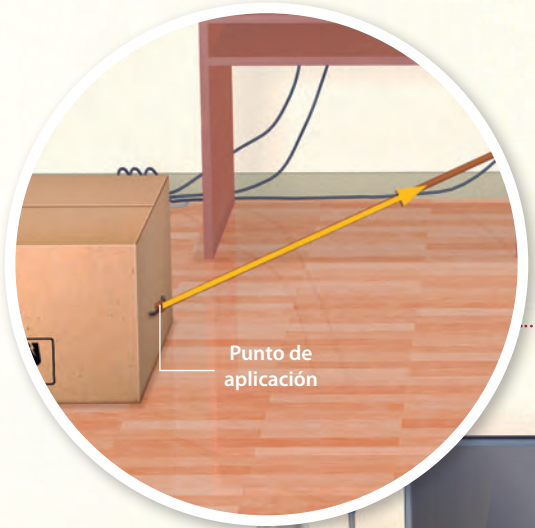
- ¿Qué fue lo que originó cambios en los objetos?
- ¿En qué situación se produjo un cambio en el estado de movimiento del cuerpo?

¿Qué es una fuerza?

Para que exista una **fuerza** se necesita la interacción de al menos dos cuerpos. Una fuerza es la acción mutua entre dos objetos y no es una propiedad de ellos. Por esta razón, no es posible afirmar que algo o alguien posee fuerza. Algunos de los efectos visibles de una fuerza son los cambios en la forma y/o en el estado de movimiento de un cuerpo.

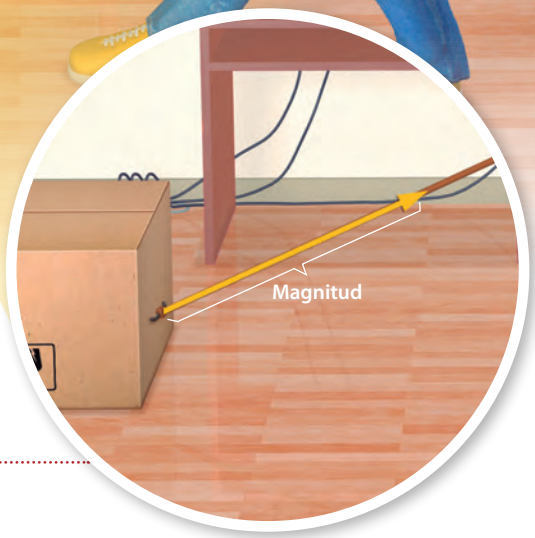
¿Qué características presenta una fuerza?

Las fuerzas presentan diferencias, ya sea porque son "grandes" o "pequeñas" o porque se aplican de una u otra manera. Es a partir de estas diferencias que podemos caracterizarlas, tal como veremos a continuación:



Los efectos de una fuerza dependen, entre otras cosas, del lugar donde se aplique y de su orientación. Una forma de representar esto es mediante vectores (flechas), por lo cual se dice que las fuerzas tienen **carácter vectorial**. En la imagen, la fuerza es representada por un vector (flecha).





Al comparar distintas fuerzas, estas pueden ser más "grandes" o más "pequeñas" que otras. Al "tamaño" de una fuerza se le denomina **magnitud** o **módulo**, y queda representado por la longitud del vector. En el Sistema Internacional, las fuerzas son medidas en newton (N), cuya equivalencia es:

$$1\ \text{N} = \frac{1\ \text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

¿Qué fuerzas existen en nuestro entorno?

La fuerza peso

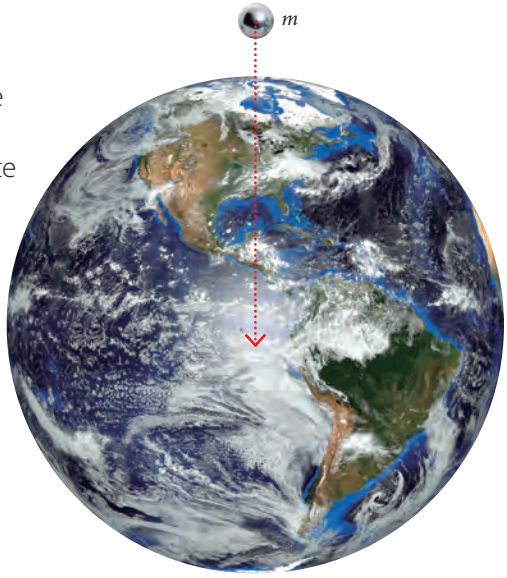
La **fuerza peso** o fuerza de atracción gravitacional es aquella que ejerce la Tierra sobre los cuerpos que están en su cercanía. La fuerza peso ejercida sobre un cuerpo de masa m se determina mediante el siguiente modelo matemático.

Fuerza peso medida en N (newton)

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$$

Masa medida en kg

Aceleración de gravedad (9,8 m/s²).

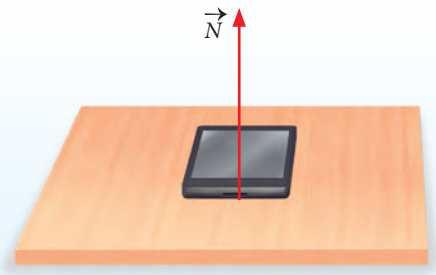


↑ La fuerza de gravedad (peso) es ejercida sobre un cuerpo de masa m en dirección y sentido del centro de la Tierra.

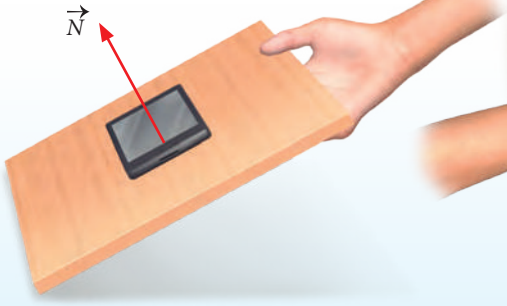
La fuerza normal

Al encontrarnos de pie, ¿qué fuerza impide que nos dirijamos al centro de la Tierra. La respuesta es la **fuerza normal** $(\vec{N})$. Esta es ejercida de forma perpendicular por una superficie cada vez que un cuerpo se encuentra apoyado sobre ella.





↑ Fuerza normal cuando un objeto es apoyado sobre una superficie horizontal. Solo en este caso es igual a la magnitud del peso, es decir: $N = P = m \cdot g$



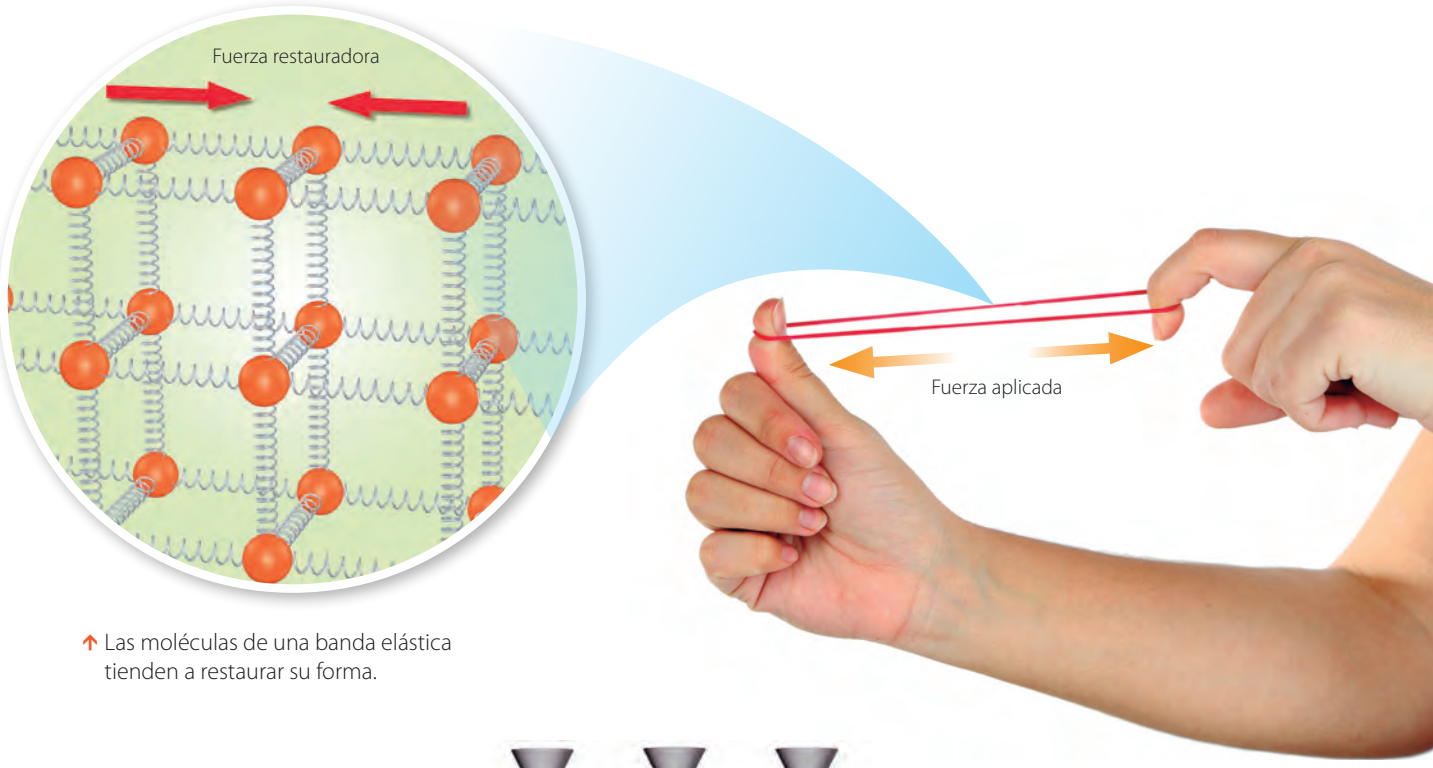
↑ La fuerza normal cuando un objeto está apoyado en una superficie inclinada.



↑ Al apoyar un objeto sobre una superficie vertical, la fuerza normal es perpendicular a esta.

Las fuerzas restauradoras

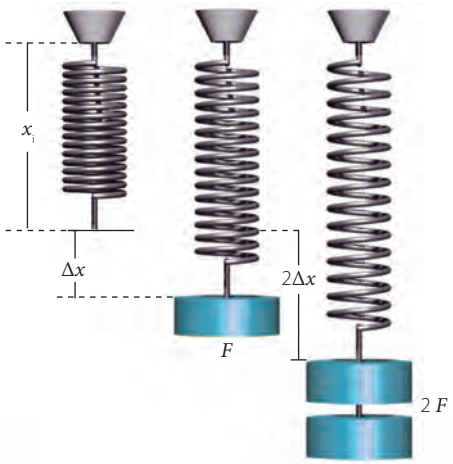
Cuando se aplica una fuerza sobre un material elástico, este ejerce otra en sentido contrario y de igual magnitud, y que tiende a restaurar su forma. Este tipo de fuerzas son denominadas **fuerzas restauradoras** o **fuerzas elásticas**.



↑ Las moléculas de una banda elástica tienden a restaurar su forma.

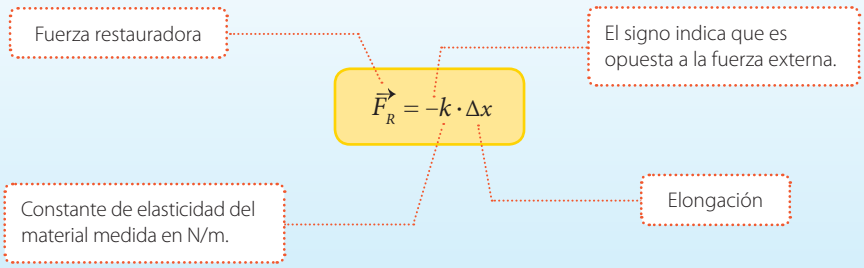
La ley de Hooke

El físico inglés Robert Hooke (1635-1703) publicó un estudio en el que modeló matemáticamente la fuerza restauradora que oponen algunos resortes.



Si se ejerce una fuerza externa de magnitud F sobre el resorte, este experimenta una elongación Δx, y si la magnitud de la fuerza se duplica ($2F$), entonces la elongación del resorte será $2\Delta x$.

La siguiente expresión es conocida como la **ley de Hooke** y es válida solo en el **rango de elasticidad del material**.



¿De qué forma comprobarían la ley de Hooke? Diseñen y ejecuten un experimento.

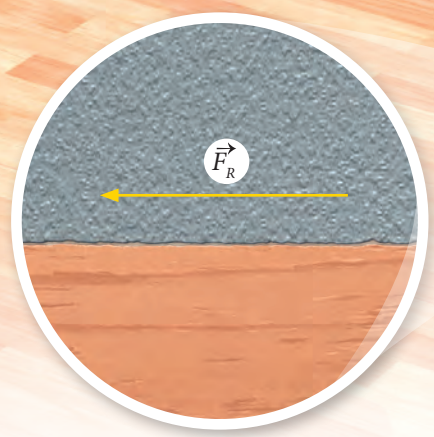
La fuerza de roce por deslizamiento

Cada vez que deseamos deslizar un cuerpo sobre una superficie, se opone una fuerza que se denomina **fuerza de roce, de fricción o de rozamiento** ($\vec{F}_R$). Existen varios tipos de fuerzas de roce, pero solo estudiaremos la **fuerza de roce por deslizamiento**.

F2P156

La fuerza de roce depende directamente de la masa del cuerpo que se desea deslizar. Mientras mayor sea la masa del cuerpo, mayor será la fuerza de roce que ejerce la superficie sobre él, lo que dificulta aún más su deslizamiento.





La fuerza de roce también depende del tipo de superficies que se encuentren en contacto. Por esta razón, es más difícil deslizar un objeto sobre una superficie rugosa, que por una lisa.

Actividad

Entrelacen las páginas de dos libros y traten de separarlos.



¿Cómo explicarían el fenómeno observado?

Fuerza de roce estático máxima

En el instante en que el cuerpo se va a comenzar a deslizar, se alcanza la máxima fuerza de roce, cuya magnitud se representa por:

Fuerza de roce estático máxima

Fuerza normal

$$F_{Re} = \mu_e \cdot N$$

Coeficiente de roce estático

¡Importante!

Para las mismas superficies en contacto se cumple que:

$$\mu_e > \mu_c$$

Fuerza de roce cinético

Si el cuerpo se pone en movimiento, cuesta menos hacer que se siga desplazando. Dado que el cuerpo se desliza sobre la superficie, se habla de fuerza de roce cinético, y su magnitud es:



Fuerza de roce cinético

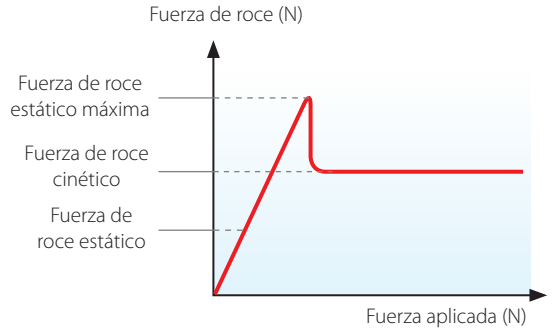
Fuerza normal

$$F_{Rc} = \mu_c \cdot N$$

Coeficiente de roce cinético

Representación gráfica de la variación de la fuerza de roce al deslizar un cuerpo

El gráfico representa cómo varía la fuerza de roce de un cuerpo desde que se empuja hasta que se pone en movimiento.





↑ La fuerza de roce permite que las ruedas giren adecuadamente y no patinen en el suelo es la de roce estático.

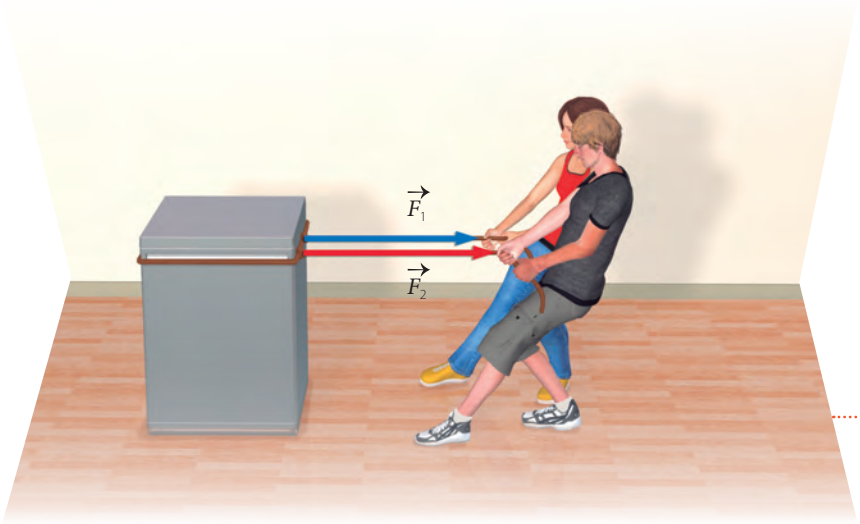
¿Qué sucedería si de un momento a otro desapareciera la fuerza de roce?

La fuerza neta

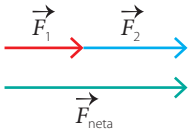
Cuando sobre un cuerpo actúa más de una fuerza, es posible determinar la **fuerza total** o **fuerza neta**. Esto se consigue haciendo la suma vectorial de todas las fuerzas que se ejercen sobre el cuerpo, tal como estudiaremos a continuación.

¡Importante!

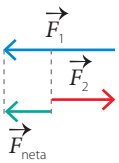
Para los ejemplos solo consideraremos las fuerzas ejercida por los jóvenes.

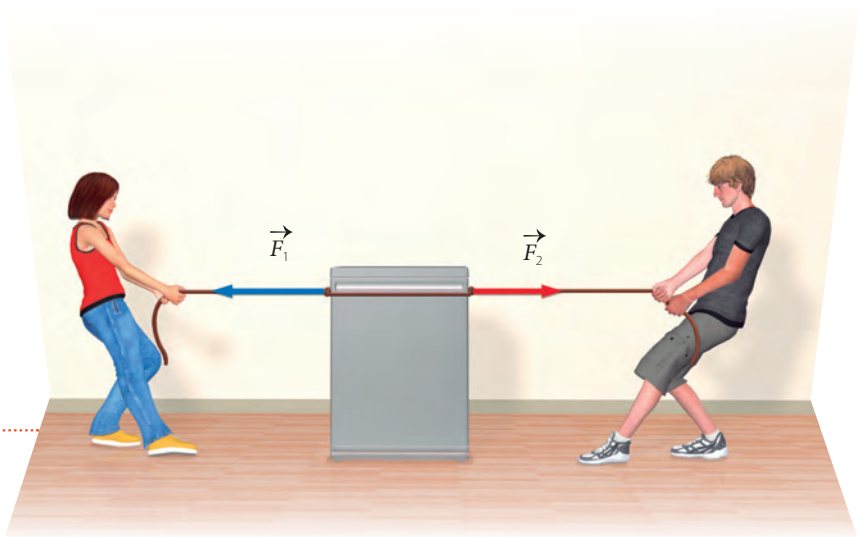


Cuando las fuerzas ejercidas sobre un cuerpo tengan igual dirección y sentido, entonces, al sumar sus magnitudes, se obtiene la magnitud de la fuerza neta.



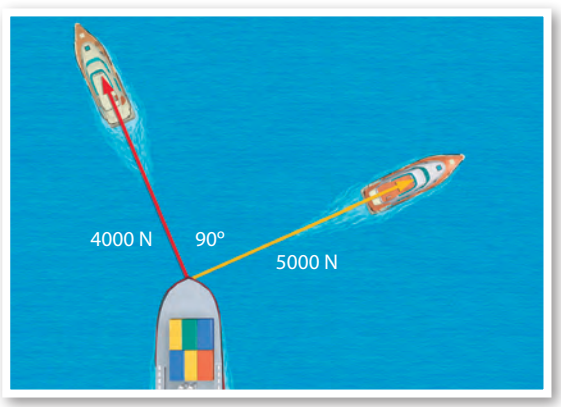
Si las fuerzas ejercidas tienen igual dirección, pero sentido opuesto, entonces, al restar las magnitudes de dichas fuerzas, se obtiene la magnitud de la fuerza neta.



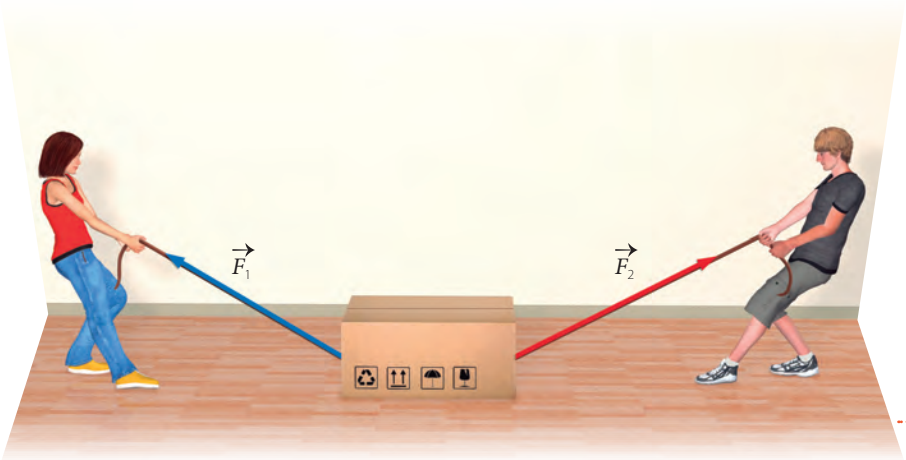


Actividad

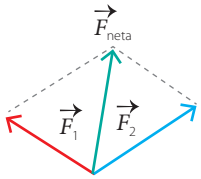
Dibujen en sus cuadernos un esquema de la situación presentada en la imagen conservando el ángulo entre las fuerzas así como sus magnitudes. Luego, determinen geométricamente el vector fuerza neta.



F2P158



Si las fuerzas ejercidas actúan en diferentes direcciones, el vector fuerza neta corresponde a la diagonal del paralelogramo.



Al trazar líneas paralelas a las fuerzas, resulta un paralelogramo.

Diagrama de cuerpo libre

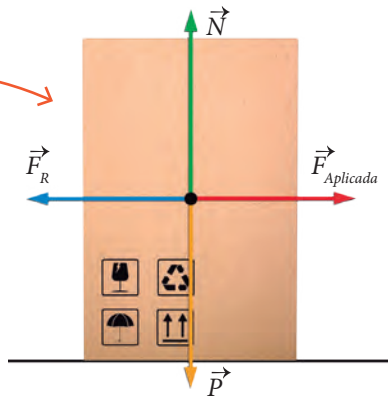
Si queremos representar de manera simultánea las distintas fuerzas que actúan sobre un cuerpo, una herramienta útil es el **diagrama de cuerpo libre**. Para entender cómo se usa, analicemos el siguiente ejemplo.



↑ Cuando una persona empuja una caja, está presente la fuerza de roce. Pero además actúan la fuerza aplicada por ella, el peso de la caja y la fuerza normal.

Diagrama de cuerpo libre de la situación

Para realizar un diagrama de cuerpo libre, debemos trasladar todas las fuerzas al **centro de masa** del cuerpo. Desde dicho punto se dibujan los vectores asociados a las fuerzas.



Actividad

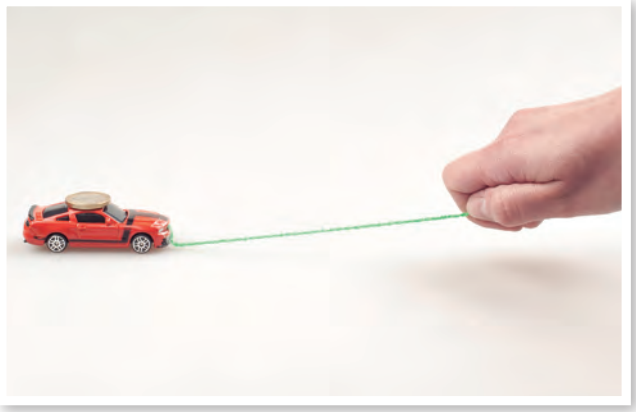
En la imagen se representa un teléfono que se encuentra en reposo sobre un plano inclinado. Mediante un diagrama de cuerpo libre, dibuja todas las fuerzas que actúan sobre él.



Los principios de Newton

Actividad

Materiales: un autito de juguete, una moneda, un trozo de hilo y cinta adhesiva.



Amarren el hilo al autito y dejen sobre él la moneda. Luego, tiren rápidamente del hilo.



Fijen el hilo con cinta adhesiva a la mesa. Luego, denle un impulso al autito. Observen

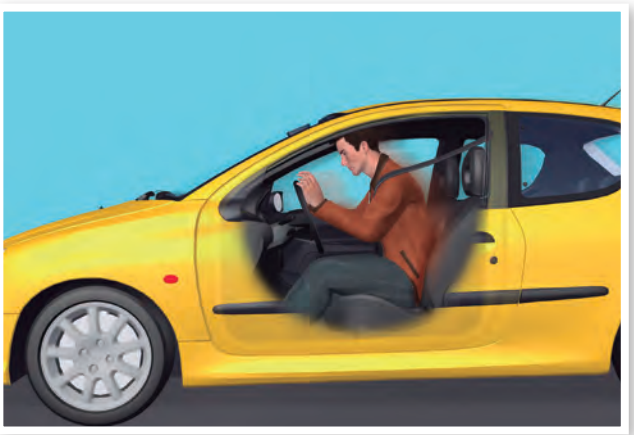
- ¿Qué sucedió con la moneda en cada situación?, explica a qué se debe esto.

El primer principio: principio de inercia

Obseven las siguientes situaciones.



↑ Al estar dentro de un microbús que de improviso se pone en marcha, nuestro cuerpo tiende a seguir en reposo.



↑ Cuando vamos en un automóvil y este se detiene de forma abrupta, nuestro cuerpo tiende a seguir en movimiento.

Newton estudió la tendencia que presentan los cuerpos a mantener su estado de movimiento proponiendo el siguiente principio físico:

> Un cuerpo permanecerá en movimiento rectilíneo uniforme o en reposo si la fuerza neta sobre él es nula o si sobre este no actúa ninguna fuerza.

Este enunciado se denomina **principio de inercia**.

El segundo principio: principio de las masas

Observa y analiza las siguientes situaciones:





Estas ideas se sintetizan en el **principio de las masas** o **segundo principio de Newton**, que se enuncia como:

> La aceleración que adquiere un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él e inversamente proporcional a su masa.

Matemáticamente se representa por:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

Aunque es común expresarlo por:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

- $\vec{F}$: Fuerza neta medida en N
- m: Masa medida en kg
- $\vec{a}$: Aceleración medida en m/s² (tiene la misma dirección y sentido que la fuerza neta).

Actividad

Si la fuerza neta actuando sobre la caja es de 100 N.



¿Cuál es su aceleración?

El tercer principio: principio de acción y reacción

Newton observó un hecho esencial en la naturaleza: las fuerzas siempre se presentan de a pares. Para comprender mejor esta afirmación, observen la siguiente imagen:



El **tercer principio de Newton** o **principio de acción y reacción** se puede enunciar de la siguiente manera:

> Cuando un cuerpo A ejerce una fuerza sobre otro cuerpo B, este último ejercerá una fuerza de igual magnitud sobre A, pero en sentido contrario.

En lenguaje matemático, se expresa por:

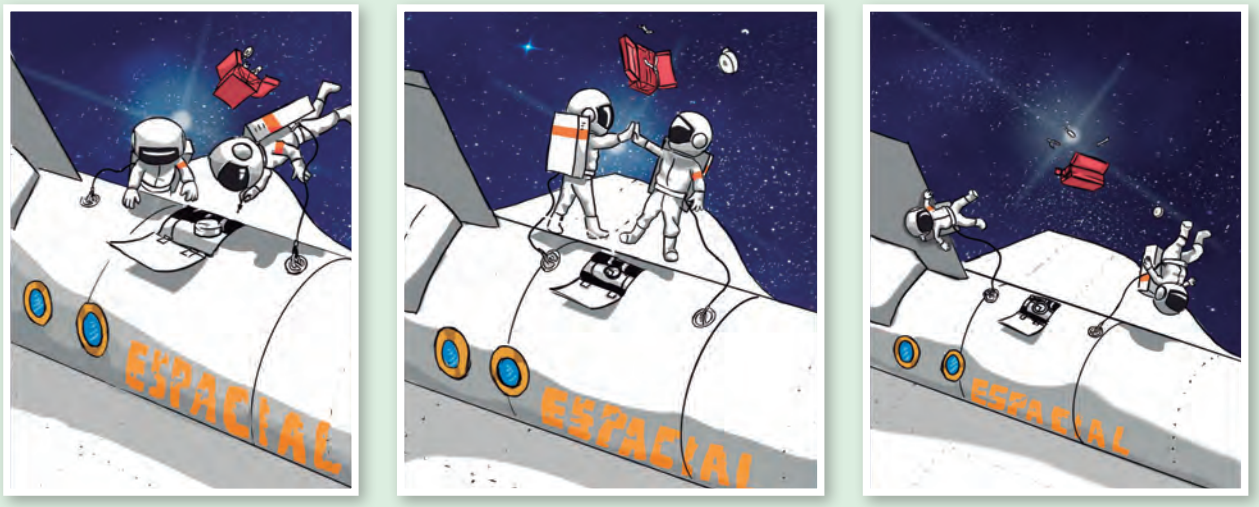
Fuerza ejercida por el cuerpo A sobre B

$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$$

Fuerza ejercida por el cuerpo B sobre A

El signo menos (–) señala que el sentido de una fuerza es contrario al de la otra. Las fuerzas del tipo acción-reacción actúan simultáneamente y como actúan sobre cuerpos distintos, nunca se anulan entre sí.

La física con algo de humor



INVESTIGACIÓN **PASO** A **PASO**

¿Cómo está presente el principio de acción y reacción en la propulsión de un cuerpo?

Paso 1 Planteo una hipótesis

Respecto de la pregunta inicial, propongan una hipótesis.

Paso 2 Planifico y ejecuto una investigación



Materiales: un globo, hilo, una bombilla, cinta adhesiva y tijeras.



Corten un trozo de bombilla.



Inflen el globo y presionen la boquilla para que no se salga el aire. Fijen la bombilla con cinta adhesiva al globo.



Hagan pasar el hilo por dentro de la bombilla (el hilo debe estar tenso). Suelten la boquilla y observen.

Paso 3 Organizo y analizo los resultados

a. ¿Qué sucedió cuando soltaron la boquilla del globo? Describan.

b. ¿Qué fuerzas se pueden identificar en la situación al momento de soltar el globo?

Paso 4 Concluyo y comunico

a. ¿Cómo explicarían lo observado en la experiencia?

b. Graben un video de la experiencia y compártanlo.

¡Precaución!

Tengan mucho cuidado al emplear las tijeras.

Lección

14 LA CANTIDAD DE MOVIMIENTO Y SU CONSERVACIÓN

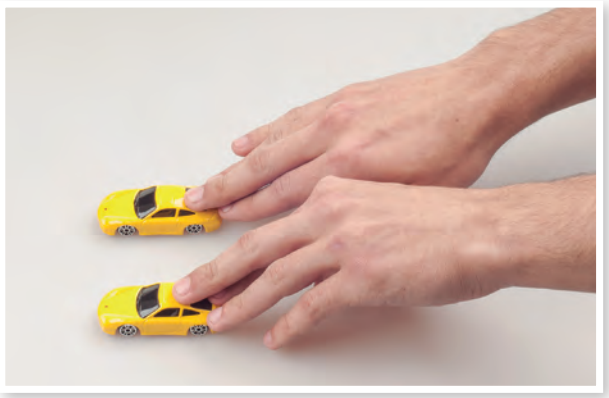


Para comenzar

Materiales: dos autitos de juguete de igual masa.



Simultáneamente, apliquen fuerzas similares sobre ambos autitos y durante un tiempo breve. Observen.



Ahora, sobre uno de los autitos apliquen una fuerza durante un período mayor de tiempo (traten de ejercer fuerzas similares en magnitud).

- ¿Qué ocurrió con los autitos en la primera parte del procedimiento?, ¿cómo fue la distancia que alcanzaron? Describan.
- Para el segundo procedimiento, ¿cuál de los autitos se movió una distancia mayor?, ¿cómo explicarían dicha diferencia?

El impulso sobre un cuerpo

Es claro que no es lo mismo ejercer una fuerza sobre un determinado cuerpo durante un segundo, que aplicarla durante diez. A la magnitud física que relaciona la fuerza con el tiempo de aplicación se le denomina **impulso**, y la analizaremos a continuación.



Una futbolista patea un balón ejerciendo una fuerza durante un intervalo de tiempo determinado.



La joven aplica sobre un balón de masa m una fuerza de magnitud F durante un intervalo de tiempo Δt.

Si queremos determinar un modelo matemático que dé cuenta del impulso sobre un cuerpo, es necesario recordar el **segundo principio de Newton**. Para el ejemplo anterior, la fuerza ejercida sobre el balón es:

$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$

Masa de la pelota

Recordemos que la aceleración media es:

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

Considerando la expresión de aceleración, la fuerza resulta:

$$\vec{F} = m \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

Al multiplicar ambos lados de la ecuación por Δt, se obtiene:

$$\vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta \vec{v}$$

Finalmente, el producto entre la fuerza y el intervalo de tiempo corresponde al impulso ($\vec{I}$).

$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$

Impulso (se mide en N • s)

Intervalo de tiempo

Fuerza



← Si el tiempo de contacto entre la raqueta y la pelota es mayor, entonces el impulso sobre ella también lo será.

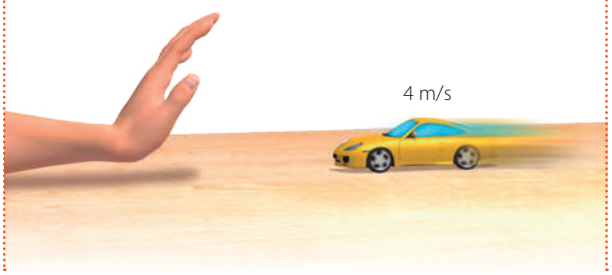
La cantidad de movimiento

Actividad

Situación 1

Dos autitos de igual masa se mueven hacia la mano con velocidades de diferente magnitud.

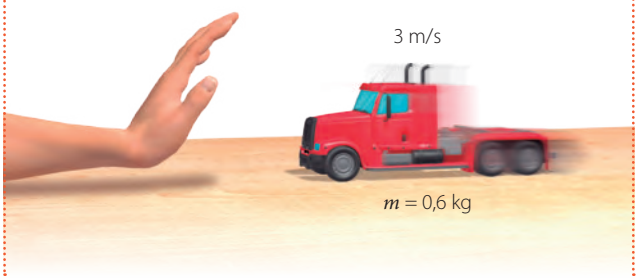




Situación 2

Dos autitos de diferente masa se mueven hacia la mano con velocidades de igual magnitud.





- ¿A qué autito piensan que se le tuvo que dar un mayor impulso para ponerlo en movimiento en cada una de las situaciones?
- En cada uno de los casos, ¿cuál de los autitos creen que será más fácil de detener?

Todo cuerpo que se desplaza tiene asociada una magnitud física denominada **cantidad de movimiento** o **momentum** ($\vec{p}$). Mientras mayor masa tenga un cuerpo en movimiento y/o mayor sea su velocidad, mayor será su cantidad de movimiento. Se expresa como:

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

Masa

Velocidad

Cantidad de movimiento se mide en kg • m/s.

Relación entre impulso y cantidad de movimiento

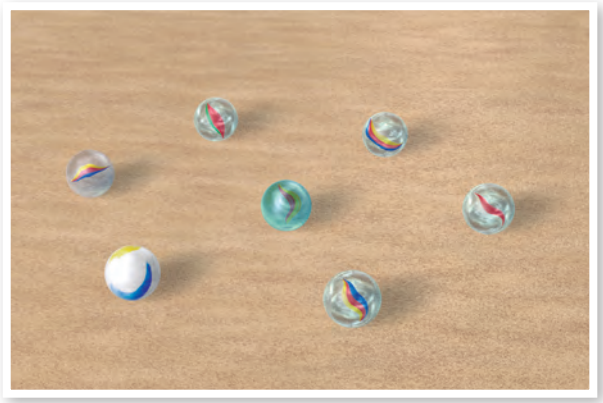
El impulso sobre un cuerpo es equivalente a la variación de la cantidad de movimiento de este.

$$\vec{I} = \Delta\vec{p}$$

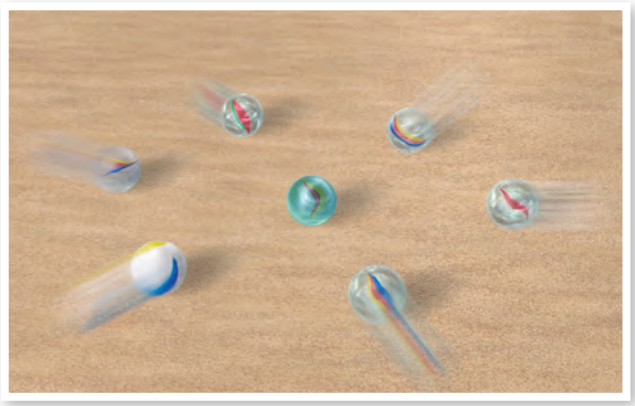
La cantidad de movimiento de un sistema

Actividad

Imagina dos sistemas formados por varias bolitas.



↑ Bolitas detenidas.



↑ Bolitas en movimiento.

- ¿Cuál piensas que será la cantidad de movimiento total de cada uno de los sistemas?
- ¿De qué manera crees que se puede determinar la cantidad de movimiento de un sistema?

Cuando un sistema se encuentra conformado por una serie de cuerpos, y cada uno de ellos presenta una cantidad de movimiento determinada, la **cantidad de movimiento total** corresponderá a la suma vectorial de las cantidades de movimiento de cada uno de los cuerpos.



En condiciones ideales, la cantidad de movimiento total de las bolas de billar corresponde a la suma vectorial de los momenta de cada una de ellas.

La cantidad de movimiento de un sistema conformado por n cuerpos o partículas es:

$$\vec{P}_{Total} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \cdots + \vec{P}_n$$

La conservación de la cantidad de movimiento

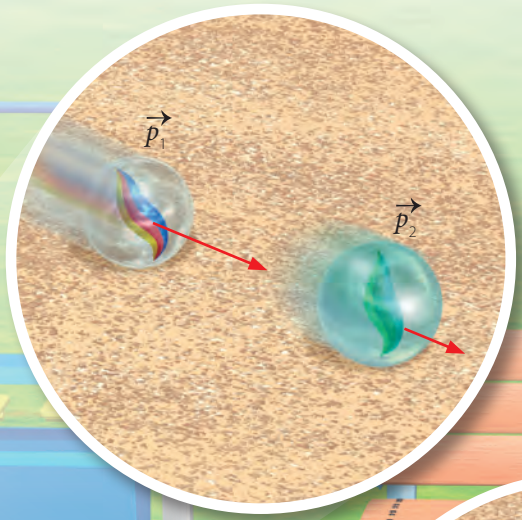
Imagina que haces chocar bolitas sin la acción de fuerzas externas, como el roce. En esta situación el impulso y la cantidad de movimiento están dados por las siguientes expresiones.

$$\vec{I} = \Delta\vec{p} = \vec{0}$$

$$\vec{p}_f - \vec{p}_i = \vec{0} \quad \Rightarrow \quad \vec{p}_f = \vec{p}_i$$

Por lo tanto, la cantidad de movimiento inicial del sistema es igual a la cantidad de movimiento final de este. En otras palabras, la cantidad de movimiento del sistema se mantiene constante.





Antes de la colisión

La cantidad de movimiento de una bolita es $\vec{p}_1$, y la de la otra es $\vec{p}_2$. En ese momento, la cantidad de movimiento del sistema conformado por las dos bolitas es:

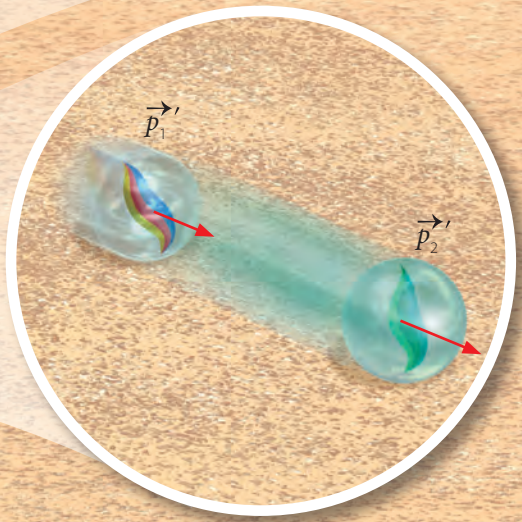
$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2$$



Durante la colisión

En el momento en que las dos bolitas colisionan, los impulsos sobre cada una de ellas tienen igual magnitud y sentido contrario, es decir:

$$\vec{I}_1 = -\vec{I}_2$$



Después de la colisión

Luego de chocar, la cantidad de movimiento del sistema es:

$$\vec{p}_1' + \vec{p}_2'$$

En esta situación se cumple:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2'$$

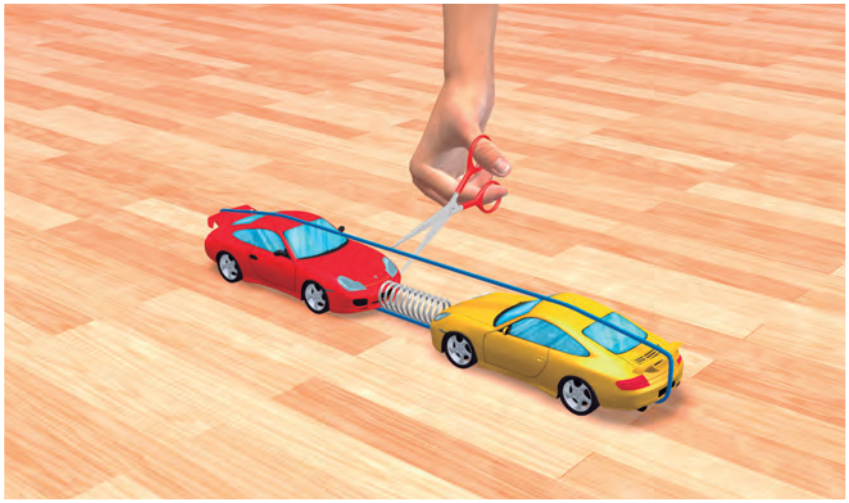
Escrito de otra forma es:

$$m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = m_1 \cdot \vec{v}_1' + m_2 \cdot \vec{v}_2'$$

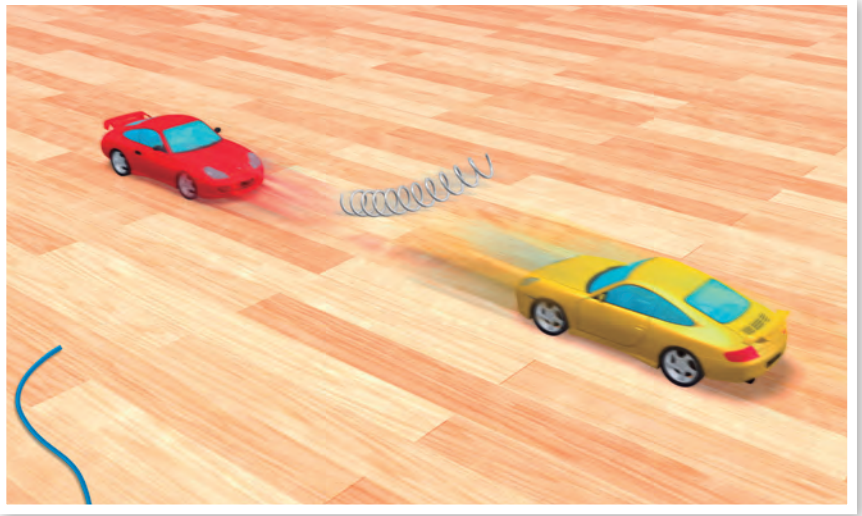
El que la cantidad de movimiento de un sistema permanezca constante se debe a la **ley de conservación de la cantidad de movimiento**.

Analizando un experimento

Lee el procedimiento experimental que se describe a continuación.



Se ubicó entre dos autitos de juguete de masas similares un resorte comprimido. Luego, los autitos se amarraron con un hilo.



Una vez que el hilo se cortó, los autitos fueron impulsados por el resorte en sentidos opuestos.

Paso 1 Planteo una hipótesis

¿Qué hipótesis piensan que se quería validar con el experimento?

Paso 2 Analizo los resultados del experimento

a. ¿Cuál era la cantidad de movimiento (total) del sistema antes de cortar el hilo?

b. ¿Por qué cuando el hilo fue cortado, los autitos fueron impulsados en sentidos opuestos?

Paso 3 Evalúo el experimento

a. ¿Cómo se podría determinar las velocidad de cada uno de los autitos después de cortar el hilo?

b. ¿Cómo explicarían el experimento a partir de la ley de conservación de la cantidad de movimiento?

c. De realizar ustedes el experimento, ¿con qué dificultades piensan que se encontrarían?

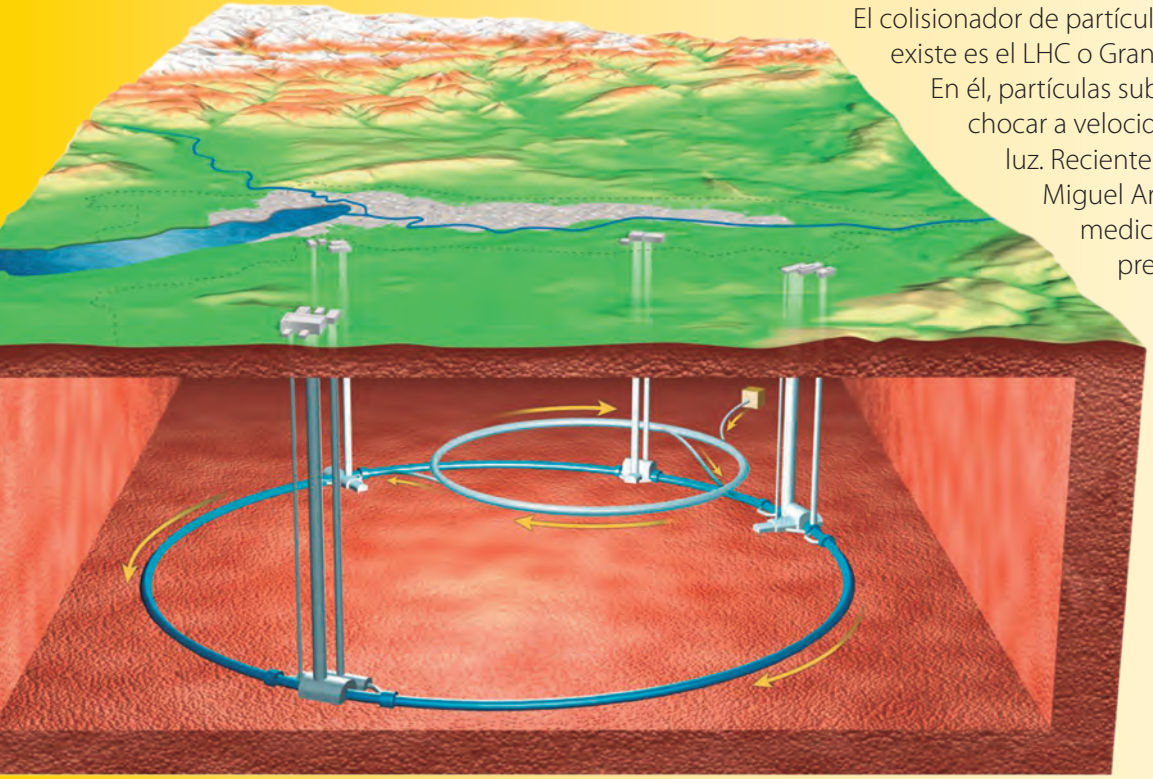
EL IMPACTO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LA SOCIEDAD

Estudio de materiales y estructuras en Chile

En 1898 se funda en la Universidad de Chile el Taller de Resistencia de Materiales, en cual se ensayan las fuerzas y cargas que soportan diferentes estructuras. En la actualidad, dicho centro de investigación se conoce como Idiem (investigación, desarrollo e innovación de estructuras y materiales).

Fuente: ingeniería.uchile.cl

Científico chileno realiza importantes aportes al estudio de partículas



El colisionador de partículas más grande que existe es el LHC o Gran Colisionador de Hadrones. En él, partículas subatómicas se hacen chocar a velocidades cercanas a la de la luz. Recientemente, el físico chileno Miguel Arratia realizó importantes mediciones, a partir de las que predijo cómo serían las interacciones de protones energéticos. Debido a ello obtuvo el premio "*ATLAS Thesis Award*".

↑ El LHC es un túnel, en forma de anillo, de 27 km de extensión y que se encuentra cerca de Ginebra, en la frontera franco-suiza.

Fuente: https://learnchile.cl

SÍNTESIS Y EVALUACIÓN

Para sintetizar

¿Qué es una fuerza?
Es una interacción entre dos cuerpos.

¿Cómo se representa?



Mediante vectores

¿Cuáles son sus efectos?

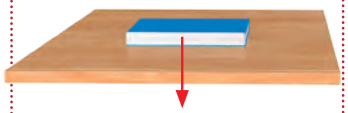


Cambios en la forma.



Cambios en estado de movimiento.

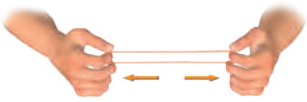
Fuerza peso



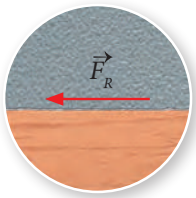
Fuerza normal



Fuerzas restauradoras



Fuerza de roce por deslizamiento



¿Qué principios la rigen?

Los tres principios de Newton.

También de define como:

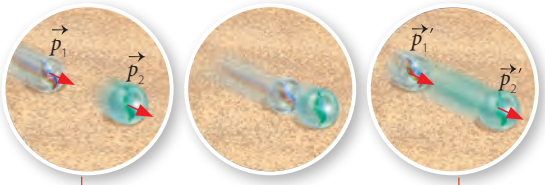
$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

La cantidad de movimiento es:

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

En ausencia de fuerzas externas esta se conserva.

Antes del choque | Choque | Después del choque



$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2'$$

Para saber cómo voy

Identifica

1. Andrea desliza una caja dentro de su habitación.



a. ¿Qué fuerzas actúan sobre la caja?

b. ¿Qué fuerza favorece el cambio de estado de movimiento de la caja?, ¿qué fuerza se opone?

Representa

2. Un celular es apoyado contra una pared.



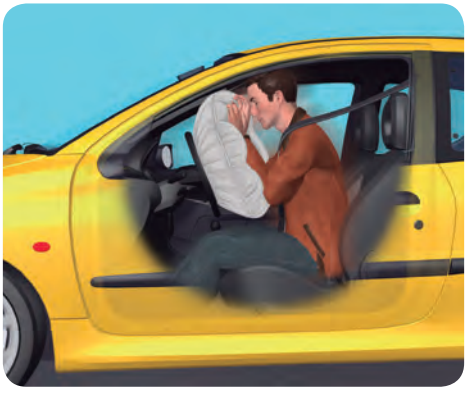
Representa en tu cuaderno, y con un diagrama de cuerpo libre, las fuerzas que actúan sobre el celular.

Compara

3. Observa las siguientes imágenes.



↑ Golpe seco de karate.



↑ Fuerza del conductor sobre la bolsa de aire.

¿En qué situación la fuerza se ejerce en un intervalo mayor de tiempo?, ¿qué consecuencias tiene aquello?

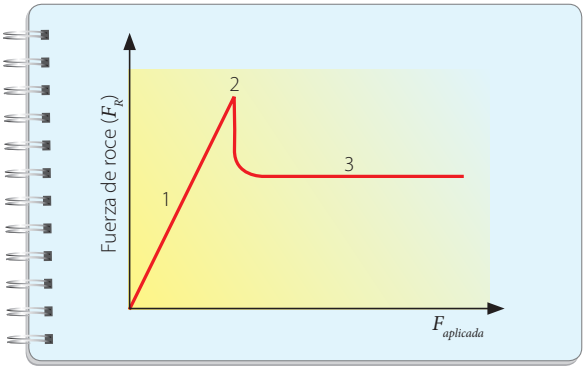
Explica

4. ¿Por qué sentimos menos dolor al caer, de forma similar a la de la fotografía, sobre el pasto que sobre el cemento?



Analiza

5. El grafico representa cómo varía la fuerza de roce por deslizamiento al empujar un cuerpo.



¿Qué sucede con la fuerza de roce en los puntos 1, 2 y 3?

Aplica

6. Un cañón de 500 kg dispara una bala de 15 kg. La fuerza de retroceso del cañón lo acelera a 5 m/s^2.



¿Qué aceleración experimentó la bala mientras estaba dentro del cañón? Considera que no hay roce y que la superficie es horizontal.

Aplica

7. En la imagen se indica la masa y velocidad respecto del suelo de las corredoras.



¿Cuál es la cantidad de movimiento de cada una y la total?

Para cerrar

- ¿Cuál sería tu respuesta a la pregunta planteada en el título de la unidad?

Unidad 8

¿CÓMO EL TRABAJO Y LA ENERGÍA SE MANIFIESTAN EN NUESTRO MUNDO?









- ¿Qué piensas que es la energía?
- ¿De qué manera se manifiestan la energía y el trabajo mecánico en las imágenes de estas páginas?

Lección

15 ¿QUÉ SON EL **TRABAJO** Y LA **POTENCIA MECÁNICA**?



Para comenzar



Con una rampa, libros, una cajita de fósforos y una bolita, armen el montaje de la fotografía. Luego, suelten la bolita y observen.



Repitan el procedimiento, pero esta vez agreguen otro libro para que la rampa quede más inclinada.

- ¿Qué conceptos ya estudiados están presentes en la actividad?
- ¿En qué caso la fuerza ejercida sobre la caja fue mayor?, ¿qué les hace pensar eso?
- ¿Qué magnitud piensan que se relaciona con la fuerza ejercida sobre la caja y el desplazamiento producido en esta última?

El trabajo mecánico

Posiblemente, en la actividad anterior observaron cómo la fuerza que ejerció la bolita sobre la caja produjo un desplazamiento de esta. Cuando una fuerza es capaz de desplazar al cuerpo u objeto sobre el que actúa, entonces decimos que realiza un **trabajo mecánico**.

¿En qué situaciones una fuerza realiza un trabajo mecánico? Para responder esta interrogante, observen la siguiente situación y lean las descripciones asociadas.

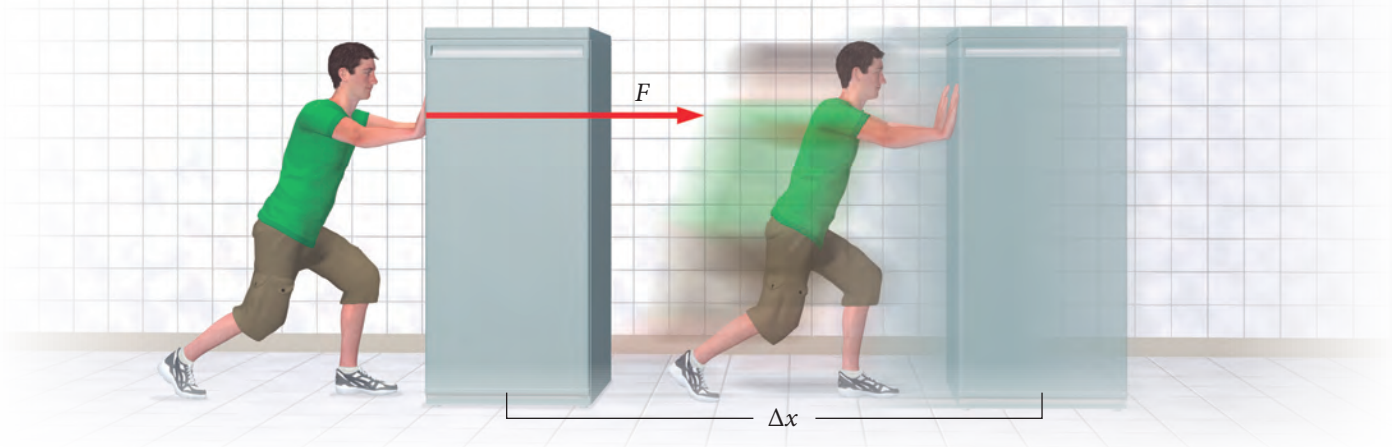
Cuando el trabajador empuja una caja sobre una superficie horizontal, tanto la fuerza que ejerce como la fuerza de roce realizan trabajo mecánico. En esta situación, ni la fuerza normal ni el peso de la caja realizan trabajo, porque la dirección de estas fuerzas es perpendicular al sentido del movimiento.

Mientras la trabajadora eleva de forma vertical la caja, la fuerza que aplica y el peso realizan trabajo. Una vez que mantiene la caja inmóvil a cierta altura, no se realiza ningún trabajo mecánico.

Independiente de la magnitud de la fuerza que se ejerza sobre un cuerpo, si esta no logra generar un cambio en su posición, entonces dicha fuerza no realiza un trabajo.

¿De qué manera se puede determinar el trabajo mecánico?

En la siguiente situación se aplica una fuerza horizontal constante sobre el refrigerador, logrando un desplazamiento (también horizontal) de magnitud Δx, tal como se representa en la imagen:



A la relación entre fuerza aplicada y el desplazamiento se le denomina trabajo mecánico. Si la fuerza actúa en la misma dirección que el desplazamiento, el trabajo mecánico corresponde al producto de ambas magnitudes:

Magnitud de la fuerza medida en newton (N)

Magnitud del desplazamiento medido en metros (m)

$$W = F \cdot \Delta x$$

Trabajo mecánico medido en N • m. El producto de estas unidades es equivalente a un joule (J).

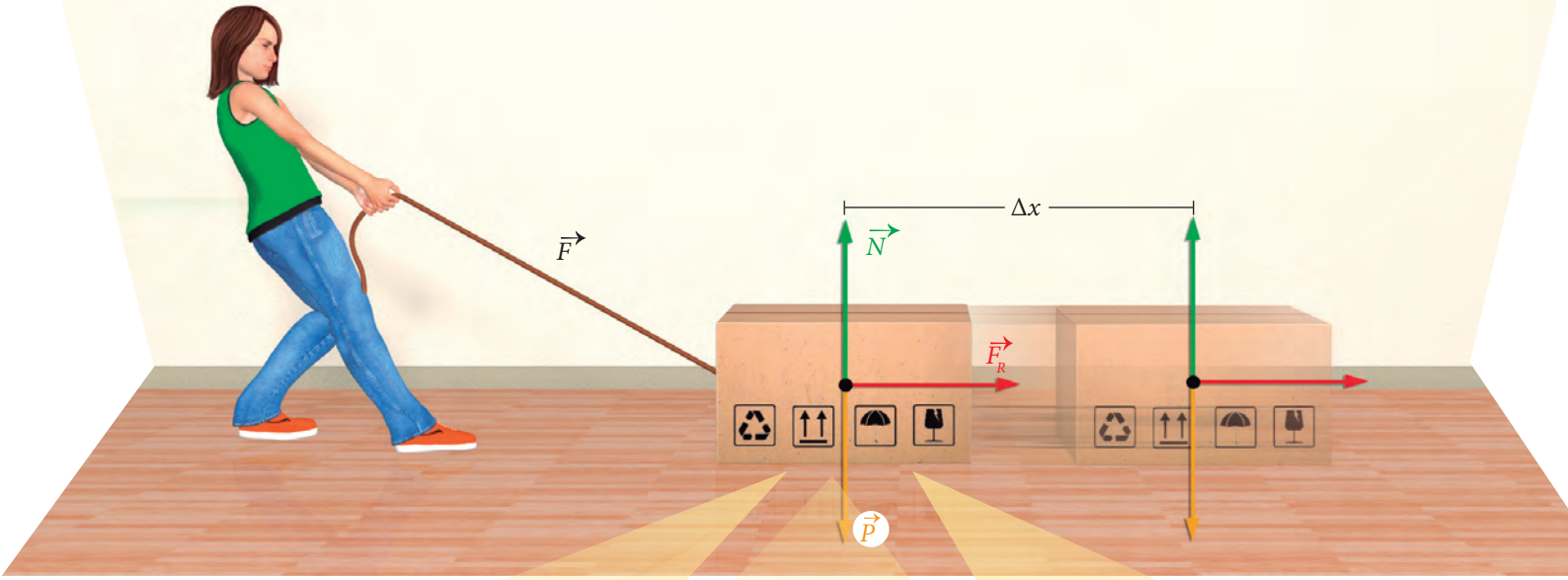
La física con algo de humor



¿Qué diferencia piensan que existe entre trabajo mecánico y esfuerzo físico?

El trabajo y la dirección de la fuerza

Una joven arrastra una caja sobre una superficie horizontal. Como ya hemos estudiado, sobre la caja actúan varias fuerzas. Pero dependiendo del ángulo que estas formen con el vector desplazamiento, el trabajo puede tener características diferentes, tal como veremos a continuación.



Trabajo positivo

Una fuerza realizará un trabajo positivo siempre que el ángulo (α) entre esta y el desplazamiento se encuentre comprendido entre:

$0° \leq \alpha < 90°$

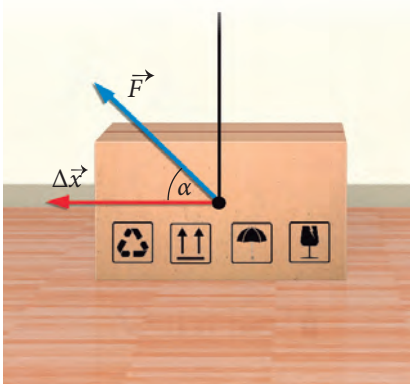
Trabajo negativo

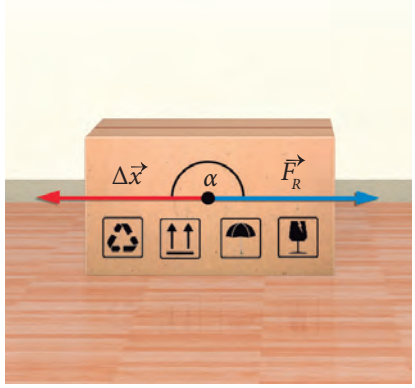
Una fuerza realizará un trabajo negativo siempre que el ángulo (α) entre esta y el desplazamiento se encuentre comprendido entre:

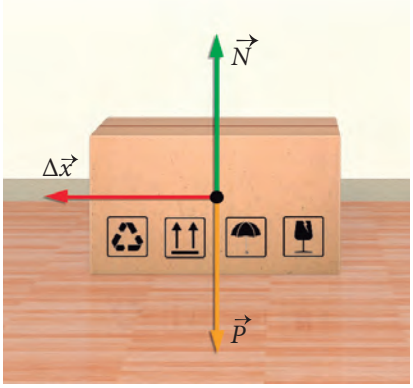
$90° < \alpha \leq 180°$

Trabajo nulo

Si una fuerza es perpendicular al desplazamiento de un cuerpo (forma un ángulo de 90°), entonces esta no realiza trabajo o el trabajo efectuado por ella es nulo.



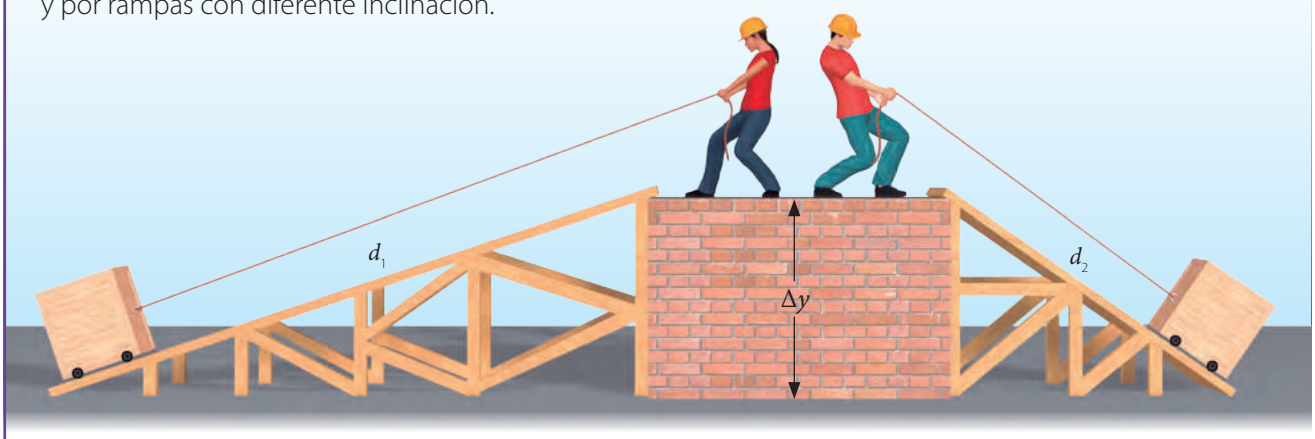




El trabajo mecánico y la fuerza peso

Actividad

En la imagen se representa a dos trabajadores que suben, con fuerzas constantes, cajas de igual masa y por rampas con diferente inclinación.



- ¿Qué fuerzas piensan que realizan trabajo sobre cada caja? Menciónenlas.
- Si consideran que la fuerza de roce entre las cajas y las rampas es nula, ¿cuál de los dos trabajadores realizará un mayor trabajo para subir su caja? Justifiquen su respuesta.

En ausencia de roce el trabajo requerido para elevar una carga a cierta altura (Δy) es independiente del camino seguido y es igual a:

Trabajo realizado al elevar el cuerpo

Magnitud del desplazamiento vertical

$$W = F \cdot \Delta y$$

Fuerza constante ejercida para elevar el cuerpo una altura Δy (es igual a la magnitud del peso del cuerpo).

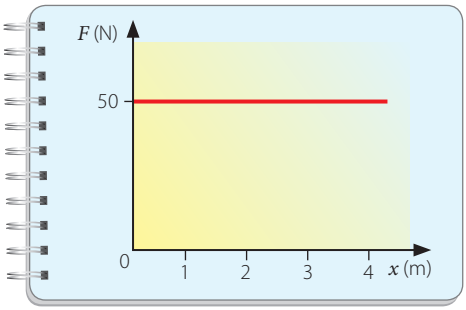


→ Independiente del camino por el que suba una montaña, el trabajo que se debe efectuar para ascenderla depende básicamente de su altura vertical.

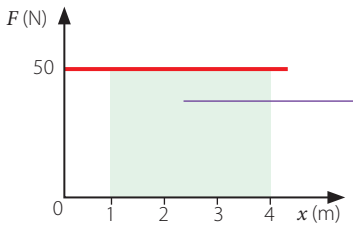
¿Cómo determinar el trabajo a partir de un gráfico?

En el siguiente gráfico se muestra la acción de una fuerza constante sobre un cuerpo.

¿Cuál es el trabajo que realiza la fuerza para desplazar al cuerpo entre las posiciones $x_i = 1$ m y $x_f = 4$ m?



El trabajo realizado corresponde al área limitada entre la recta y el eje horizontal.



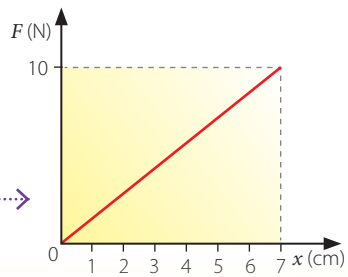
Área = base • altura
$= (x_f - x_i) \cdot 50$ N
$= (4\text{ m} - 1\text{ m}) \cdot 50$ N
$= 3\text{ m} \cdot 50\text{ N} = 150\text{ N} \cdot \text{m}$
Área = $W = 150\text{ N} \cdot \text{m} = 150$ J

Por lo tanto, el trabajo realizado es 150 J.

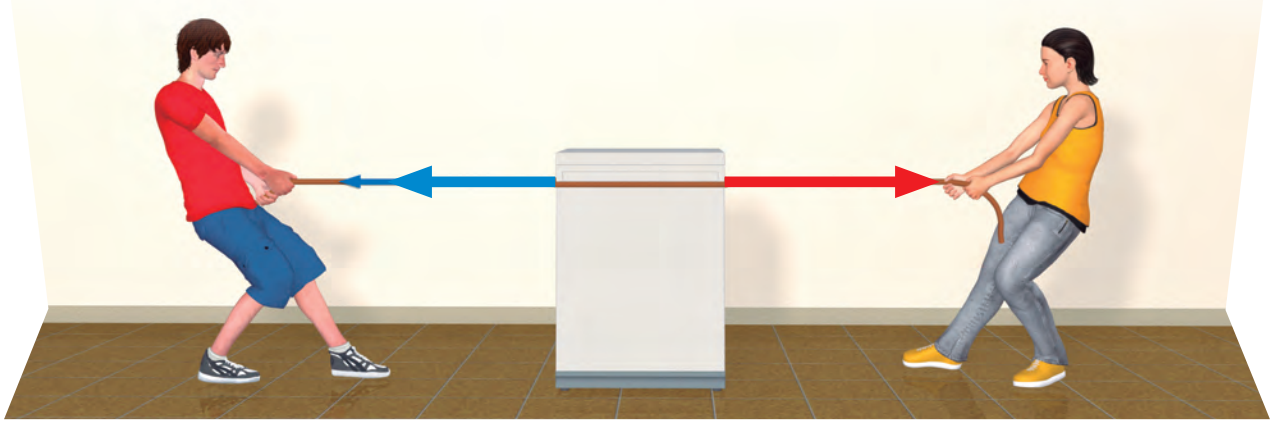
Actividad

- El gráfico representa la fuerza ejercida sobre un resorte.

¿Qué trabajo efectúa la fuerza al estirarlo desde $x_i = 0$ cm a $x_f = 7$ cm?



- Carlos y Susana aplican fuerzas contrarias sobre un refrigerador de 60 kg.



Ella ejerce una fuerza de 210 N de magnitud y él una de130 N. Si el refrigerador se desplaza 2 m hacia Susana, ¿cuál es el trabajo resultante sobre este? Despreciar el roce.

La potencia mecánica

Actividad

Leonor y Sergio suben al segundo piso de una casa. Para ello, emplean las escaleras que se representan en la imagen.



Leonor tarda 20 s y Sergio 35 s. Si consideramos que sus masas son prácticamente las mismas, respondan:

- Si ambos emplean fuerzas iguales y constantes, ¿quién de los dos efectuó un menor trabajo?
- ¿Cómo influye el tiempo en la realización de un trabajo?

La magnitud física que relaciona el trabajo mecánico con el tiempo se conoce como **potencia mecánica**, y corresponde al trabajo efectuado por unidad de tiempo. La expresión que permite determinarla es:

Potencia mecánica medida en watt (W). 1 W = 1 J/s

$$P = \frac{W}{t}$$

Trabajo mecánico

Tiempo

Potencia a velocidad constante

Imaginemos que un automóvil describe un MRU y, además, que la fuerza entregada por su motor (F) es constante. En este caso, la potencia se puede calcular por:

$$P = F \cdot v$$



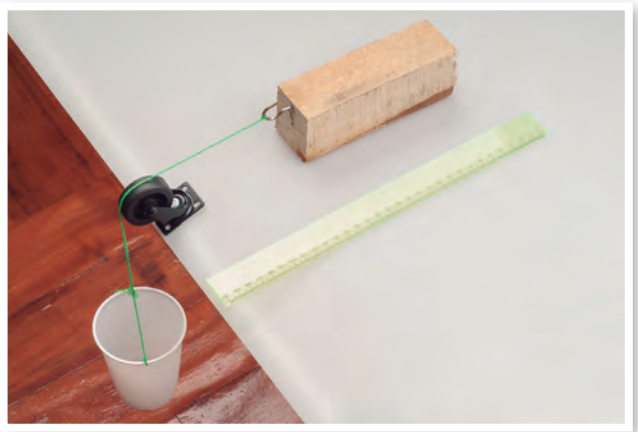
¿Cómo determinar el trabajo total sobre un cuerpo?

Paso 1 Planifico y ejecuto una investigación

Consigan un bloque rectangular de madera, un dinamómetro, un vaso, arena, una balanza, hilo, una polea con abrazadera, regla y un cáncamo.



↑ Tiren del trozo hasta que este se ponga en movimiento. Una vez que el bloque se deslice, observen y registren la fuerza medida por el dinamómetro.



Con el resto de los materiales, realicen un montaje similar al que se muestra en la fotografía.



Añadan (de a poco) arena al vaso hasta que el bloque comience a deslizarse. Luego, midan y registren el desplazamiento y determinen la masa del vaso con arena.

Paso 2 Organizo y analizo los resultados

a. ¿Qué fuerzas realizan trabajo sobre el bloque?, ¿cuáles no?

b. Determinen el trabajo total realizado sobre el bloque.

c. Si el bloque se desplaza durante 3 s, ¿qué potencia desarrolla?

Paso 3 Concluyo

¿Qué aspectos podrían mejorar en la actividad realizada?

Lección

16 ¿EN QUÉ FORMAS SE MANIFIESTA LA **ENERGÍA MECÁNICA**?



Para comenzar

Observen la siguiente imagen.



- Mencionen todas las situaciones en las que reconozcan la noción de energía. ¿Qué forma(s) de energía pueden identificar en cada caso? Nómbrenlas.
- Mencionen una situación presentada en la escena en la cual identifiquen una transformación de la energía.

¿Qué es la energía?

La **energía** es la capacidad que tienen los objetos para producir cambios en ellos mismos o en otros objetos. Por esta razón, para que un cuerpo cambie su movimiento, modifique su forma o aumente de temperatura (entre otros efectos) es necesaria la energía. La energía se define también como la capacidad que posee un cuerpo o sistema para realizar trabajo mecánico sobre otro.

¿Qué tienen en común las diferentes situaciones representadas en las imágenes? Pues bien, en todas ellas se presenta alguna manifestación y/o transformación de la energía. Para desplazarnos, cambiar la forma de un objeto o aumentar la temperatura del agua se necesita energía.



¿Qué características presenta la energía?

Se transfiere

La energía puede pasar de un cuerpo a otro. Por ejemplo, cuando pateamos un balón, le transferimos energía. El trabajo mecánico es una forma en la que la energía se transfiere.

Se transforma

La energía puede cambiar de una forma a otra. Por ejemplo, la energía que proviene del Sol puede ser transformada en energía eléctrica.

¿Qué otra transformación de energía conoces?

No se crea ni se destruye

La energía cambia permanentemente de una forma a otra, pero no desaparece.

¿Te imaginas si se pudiera generar energía a partir de la nada?

La energía cinética

Actividad

Carla impulsa un autito de juguete sobre una superficie. Después de avanzar cierta distancia, este es detenido por la mano de su amigo Diego.





- ¿Qué debió hacer Carla para que el autito se pusiera en movimiento?, ¿le transfirió energía?
- ¿Qué forma de energía posee el autito cuando se mueve sobre la superficie?
- Cuando el autito es detenido, ¿de qué manera este le transfiere su energía a la mano?

La **energía cinética** corresponde a la capacidad que posee un cuerpo para realizar trabajo en virtud de su rapidez (debido a que se encuentra en movimiento). Por ejemplo, posee energía cinética una persona que se desplaza en bicicleta, tal como se muestra en la imagen.

La energía cinética del ciclista depende de su masa y de su rapidez.

El modelo matemático que da cuenta de la energía cinética de un cuerpo es:

Energía cinética

Masa

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

Cuadrado de la magnitud de la velocidad

De igual forma que el trabajo mecánico, la energía cinética se mide en joule (J), puesto que 1 J = 1 N • m = 1 kg • m^2/s^2.



↑ Todo cuerpo que se mueve, ya sea de forma horizontal o vertical, como en este caso, posee energía cinética. Esta depende de la masa y de la velocidad del cuerpo. La energía no es una magnitud vectorial.

El trabajo y la variación de la energía cinética

El trabajo realizado por una fuerza neta puede ser expresado por:

Trabajo mecánico

$$W = \Delta E_c$$

Variación de la energía cinética

$$\Delta E_c = E_{cf} - E_{ci}$$

Esta relación se denomina **teorema del trabajo y energía**. A través de ella se expresa el trabajo mecánico como una transferencia de energía.

Actividad

Un automóvil de 1,8 ton se desplaza a velocidad de 50 km/h. De improviso, aplica los frenos hasta detenerse, tal como se representa en la secuencia de la imagen. ¿Cuál es el trabajo neto que se realiza para que este se detenga?



La energía potencial gravitatoria

Actividad

Materiales: dos recipientes con arena, una bolita grande de acero y una cinta métrica.



Esparzan la arena sobre cada uno de los recipientes.



Dejen caer la bolita desde una altura de unos 20 cm sobre uno de los recipientes. Luego, repitan el procedimiento, pero aumenten la altura a 1,5 m. Observen los efectos sobre la arena en ambos casos.

- ¿Qué efectos se produjeron sobre la arena de cada uno de los recipientes?
- ¿Qué formas de energía piensan que están involucradas en la experiencia?

La capacidad que tiene un cuerpo o sistema para realizar trabajo mecánico en virtud de su posición (altura en este caso) y de su masa se denomina **energía potencial gravitatoria**. Su modelo matemático es el siguiente:

Energía potencial gravitatoria medida en joule (J)

Aceleración de gravedad ($9{,}8\ m/s^2$)

$$E_g = m \cdot g \cdot h$$

Masa medida en kg

Altura respecto de un nivel de referencia. Es medida en m.

Relación entre el trabajo y la energía potencial gravitatoria.

$$W = \Delta E_g$$

Trabajo

Variación de la energía potencial gravitatoria

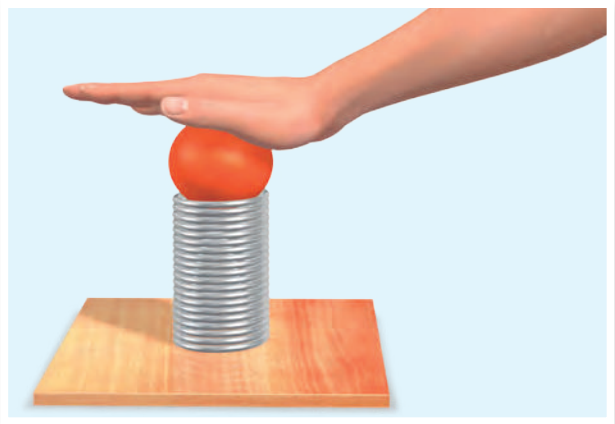


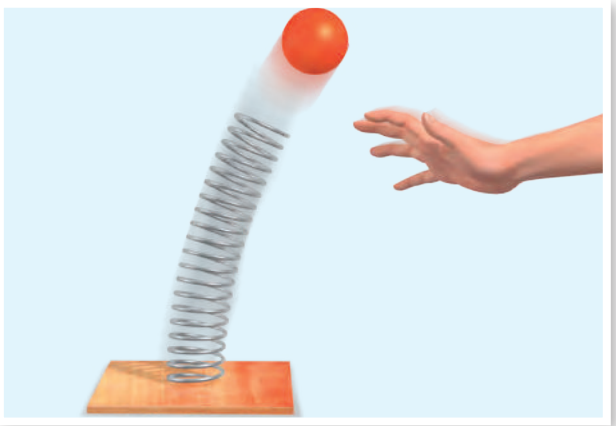
→ A medida que el balón asciende, aumenta su energía potencial.

La energía potencial elástica

Actividad

Observen la siguiente secuencia de imágenes.





- ¿Qué fuerza realizó trabajo sobre el resorte al comprimirlo?
- Cuando el resorte se mantiene comprimido, ¿piensan que posee alguna forma de energía?, ¿cuál?
- ¿Qué transformaciones de energía identifican en la situación?

En general, cualquier cuerpo con características elásticas puede almacenar un tipo de energía que se denomina **energía potencial elástica**. Para un cuerpo con propiedades elásticas y que cumple con la ley de Hooke, la expresión que da cuenta de la energía potencial elástica que puede almacenar es:

Energía potencial elástica medida en joule (J)

$$E_e = \frac{1}{2} k \cdot \Delta x^2$$

Constante de elasticidad del cuerpo medida en N/m

Cuadrado de la elongación del material elástico.

Relación entre el trabajo y la energía potencial elástica.

$$W = \Delta E_e$$

Trabajo

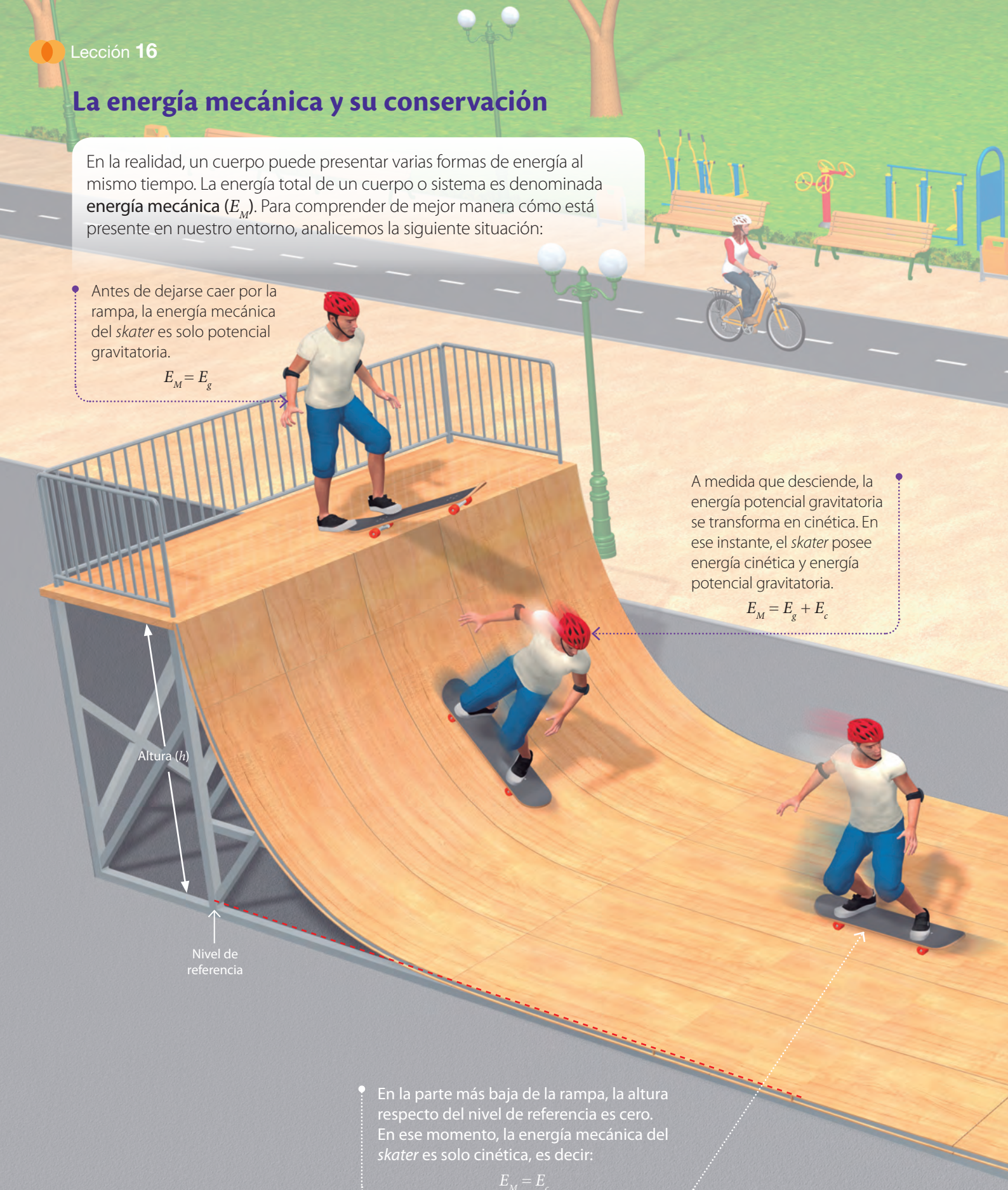
Variación de la energía potencial elástica



→ A medida que se estira una banda elástica, esta almacena mayor cantidad de energía potencial elástica.

La energía mecánica y su conservación

En la realidad, un cuerpo puede presentar varias formas de energía al mismo tiempo. La energía total de un cuerpo o sistema es denominada **energía mecánica** (E_M). Para comprender de mejor manera cómo está presente en nuestro entorno, analicemos la siguiente situación:



F2P191

Al subir nuevamente hasta la parte más alta de la rampa, la energía mecánica del *skater* es solo potencial gravitatoria.

$$E_M = E_g$$

A medida que asciende, disminuye la energía cinética del *skater* y aumenta su energía potencial. En dicho instante su energía mecánica es:

$$E_M = E_g + E_c$$

Principio de conservación de la energía mecánica

En la situación descrita, vimos que a medida que disminuyó en determinada cantidad la energía potencial gravitatoria del *skater*, su energía cinética aumentó en una cantidad similar (y viceversa). De esta manera, la suma de ambas (energía mecánica) tendió a mantenerse constante. Es decir:

$$E_M = E_g + E_c = \text{constante}$$

En ausencia de fuerza de roce, la energía mecánica de un sistema permanece constante. Esto se conoce como **principio de conservación de la energía mecánica**. Al considerar la energía mecánica de un sistema aislado en un momento inicial y otro final, se tiene que:

$$E_{M_i} = E_{M_f}$$

$$E_{c_i} + E_{g_i} = E_{cf} + E_{gf}$$

$$\frac{1}{2} m \cdot v_i^2 + m \cdot g \cdot h_i = \frac{1}{2} m \cdot v_f^2 + m \cdot g \cdot h_f$$

Evidencias de la conservación de la energía mecánica

Analicemos la siguiente montaña rusa.

Una montaña rusa puede ser analizada desde el principio de conservación de la energía. En su parte más alta, la energía potencial del carro es máxima, y a medida que este desciende, la energía potencial gravitatoria se transforma en cinética.

La caída libre

En una caída libre, también se evidencia la conservación de la energía mecánica.

En el punto más alto, la energía mecánica del cuerpo es solo potencial gravitatoria.

$$E_M = E_g$$

A medida que el cuerpo cae, la energía potencial disminuye y la energía cinética aumenta.

$$E_M = E_g + E_c$$

En el punto más bajo, el cuerpo alcanza su velocidad máxima.

$$E_M = E_c$$



En el punto más alto del *loop*, la magnitud de la rapidez del carro es baja. En dicho punto el carro posee de forma simultánea energía cinética y energía potencial gravitatoria.

En la parte más baja de la montaña rusa, la energía cinética es máxima. Debido a esto, la magnitud de la velocidad del carro en este punto alcanza su valor más alto.

Actividad

- En relación con la caída libre de un cuerpo, construyan el gráfico de energía potencial gravitatoria en función de la energía cinética. Supongan despreciables los efectos del roce.
- Respecto de la montaña rusa, investiguen qué son los puntos de equilibrio estable, equilibrio indiferente y equilibrio inestable.

La disipación de la energía mecánica

Actividad

Denle un impulso a un autito sobre el suelo y observen cuánto se desplaza.

- ¿Qué forma de energía tiene el autito en movimiento?
- ¿Qué fuerzas realizan trabajo sobre el autito mientras se mueve?
- ¿Por qué el autito después de recorrer cierta distancia se detiene?



Existen fuerzas que al actuar sobre un cuerpo, como el autito de la actividad, realizan un trabajo sobre él que hace que su energía mecánica se disipe. Estas fuerzas son llamadas **disipativas** o **no conservativas**. Son ejemplos de ellas todos los tipos de fuerzas de roce.



→ Producto de la fricción, la energía se degrada al ambiente en forma de energía térmica y/o energía sonora.

Considerando el trabajo realizado por las fuerzas disipativas, la energía total de un sistema se conserva.

Energía mecánica inicial del sistema

Energía mecánica final del sistema

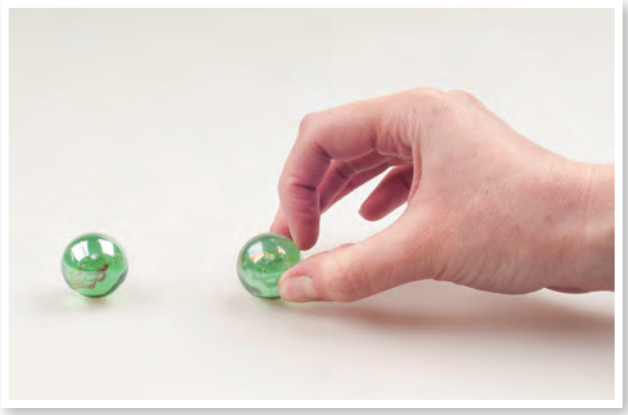
$$E_{M_i} = E_{M_f} - W_{F_d}$$

Trabajo realizado por las fuerzas disipativas

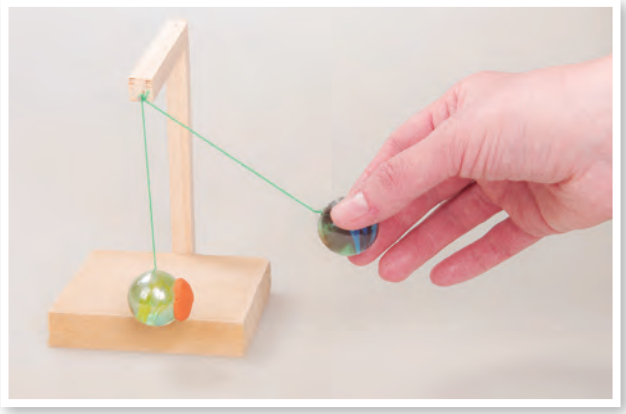
En esta situación la energía mecánica no se conserva.

Conservación de la energía y del momentum

Actividad



Consigan dos bolitas. Luego, impulsen una de ellas, de modo que colisione de frente con la otra. Observen.

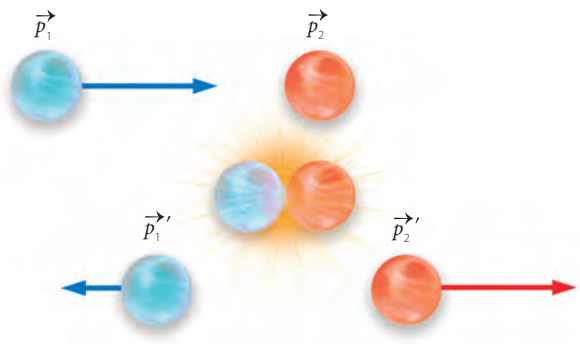


Suspendan ambas bolitas de un péndulo y adhieran plasticina a una de ellas. Luego, levanten y suelten la otra bolita. Observen, describan y comparen.

- ¿Qué diferencias y similitudes hay entre ambas colisiones?
- ¿Se conserva la cantidad de movimiento en ellas?
- Investiga qué es el péndulo de Newton y cómo funciona.

En toda colisión (en ausencia de fuerzas externas) la cantidad de movimiento se conserva, no así la energía cinética. Dependiendo de si la energía cinética se conserva o no, los choques se clasifican en **elásticos** o **inelásticos**.

Choque elástico

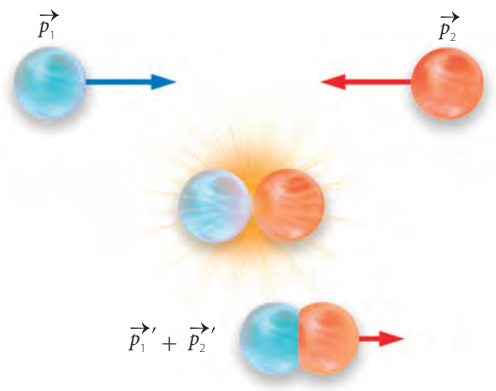


$$E_{c_i} = E_{c_f}$$

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2'$$

En el choque elástico (similar a lo que se observa en la primera parte de la actividad) se conservan la cantidad de movimiento y la energía cinética.

Choque inelástico



$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2'$$

Si en el choque solo se conserva la cantidad de movimiento, la colisión es inelástica (como en la segunda parte de la actividad).

¿Cómo se relaciona la rapidez de un cuerpo con su capacidad para realizar trabajo?

Paso 1 Planifico y ejecuto una investigación



Materiales: un riel plástico, bolitas, cinta métrica y libros.



Armen el montaje de la fotografía. Midan y registren la altura a la que se encuentra la parte superior del riel.

Suelten una bolita. Al momento de colisionar con la bolita situada abajo, midan la distancia recorrida por esta última. Aumenten la altura del riel y repitan el procedimiento.



Paso 2 Organizo y analizo los resultados

a. Completeen la siguiente tabla:

Distancia recorrida (Altura riel: _____)	Distancia recorrida (Altura riel: _____)

b. Al soltar la bolita desde la parte superior del riel, ¿qué fuerza produce su movimiento?

Paso 3 Concluyo y comunico

a. ¿Cómo relacionarían el trabajo efectuado sobre la bolita situada en la parte inferior del riel con la rapidez de aquella que fue soltada?

b. Elaboren una presentación PowerPoint para comunicar los resultados de su actividad.

EL IMPACTO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN LA SOCIEDAD

Un extenso campo donde cosechar energía solar

Las privilegiadas condiciones del norte de Chile hacen que nuestro país tenga el potencial de convertirse, en un futuro cercano, en uno de los mayores productores mundiales de energía eléctrica a partir de la radiación solar. Estudios señalan que si se empleara cerca del 1 % del desierto de Atacama para producir energía, se podría satisfacer toda la demanda de energía de Chile en el año 2030.



→ En la imagen se muestra la planta generadora de energía Amanecer Solar CAP, emplazada en la comuna de Copiapó.

Fuente: www.serchile.cl

Joven chilena inventa una baldosa para generar electricidad

¿Te imaginas producir electricidad solo con caminar sobre una vereda? Pues bien, Cindy Gallardo, una joven chilena (tecnóloga en telecomunicaciones) creó una baldosa que genera electricidad gracias a la energía que producen las personas al caminar. Debido a esto, ganó el concurso despega Usach 2018.



Fuente: www.biobiochile.cl

SÍNTESIS Y EVALUACIÓN

Para sintetizar

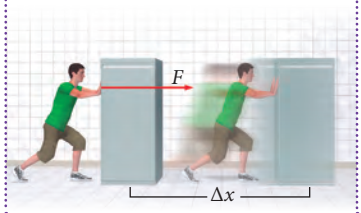
La energía

Es la capacidad para realizar un:

Trabajo

¿Cuándo una fuerza realiza un trabajo?

Si es capaz de desplazar o afectar el movimiento del cuerpo sobre el que actúa.



Potencia

¿Qué magnitud da cuenta de la rapidez con la que se realiza un trabajo?

Algunas de sus manifestaciones son:

Energía cinética



Energía potencial gravitatoria



Energía potencial elástica



En ausencia de fuerzas disipativas.

$E_M = E_c + E_g$ = constante

¿En qué condiciones se conserva?



↑ En una rampa, la energía del *skater* tiende a conservarse si las fuerzas de roce son nulas.

Para saber cómo voy

Identifica

1. Un niño se desliza por un resbalín.



¿Qué fuerzas realizan trabajo sobre el niño y cuáles no?

Compara

2. Dos ascensores 1 y 2 pueden elevar la misma carga.



Si el ascensor 1 requiere menos tiempo para elevarla a una altura similar, ¿cuál de ellos desarrolla menos potencia? Explica.

Explica

3. ¿Qué sucede con la energía cinética y potencial del *skater* a medida que desciende por la rampa?



Explica

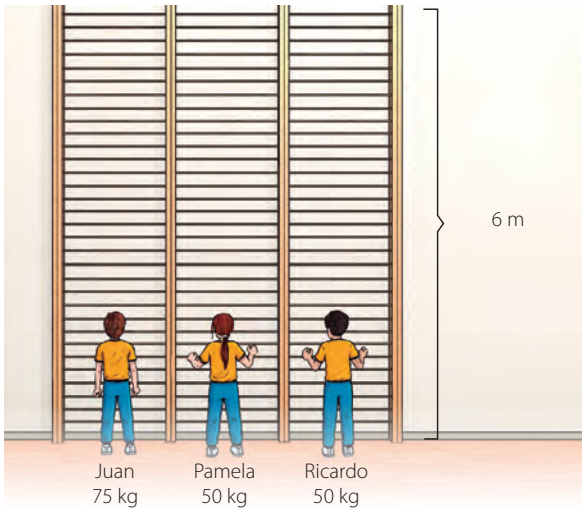
4. ¿Por qué piensas que al empujar un autito, después de avanzar un trayecto este se detiene?



Elabora tu respuesta en términos de lo que sucede con la energía.

Analiza

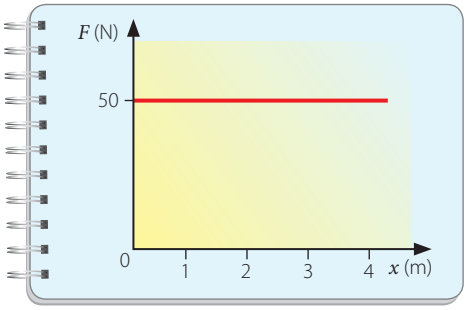
5. Tres amigos suben en clases de gimnasia una escalera de 6 m de altura.



Si Juan demora 3 minutos y Pamela y Ricardo 2 minutos, ¿quién(es) de ellos desarrolló mayor potencia?

Analiza

6. Observa el siguiente gráfico que muestra la acción de una fuerza constante.



¿Qué trabajo realiza la fuerza entre la posiciones 0 m y 4 m?

Para cerrar

- El título de la unidad es: ¿Cómo el trabajo y la energía se manifiestan en nuestro mundo? ¿Cuál sería tu respuesta a esa gran pregunta?

UNIDAD 1

Preguntas inicio de unidad (página 5)

- Algunas manifestaciones de la energía se observan en la vibración de las cuerdas de la guitarra, en el sonido producido por la flauta, en la niña con megáfono y en las ondas en el agua.
- Todos los fenómenos tienen en común a las ondas y a la energía.

Para comenzar (página 6)

- La perturbación se propaga en forma de una oscilación que se transmitió de un palito a otro.
- Una onda o energía.

Actividad (página 7)

- En forma vertical.
- Cinética (movimiento de la mano), energía asociada a la onda y cinética (movimiento pelotita).

Actividad (página 8)

Diferencia: la dirección de vibración. Similitud: dirección de propagación.

Actividad (página 9)

Fenómeno (imagen)	Clasificación
Sonido de flauta	Mecánica, periódica, tridimensional y longitudinal.
Cuerda	Mecánica y transversal.
Resorte	Mecánica y longitudinal.
Propagación en el agua	Mecánica y superficial.
Luz	Electromagnética y tridimensional.
Sonido trompeta	Mecánica, periódica, tridimensional y longitudinal.
Resorte (imagen 2)	Mecánica y transversal.

Actividad (página 10)

- Tres ciclos.
- Frecuencia: 0,6 Hz; Período: 1,67 s.

Actividad (página 14)

- Interferencia.
- Se deberían colocar dos obstáculos en la cubeta.

Investigación (página 15)

3 (a): Energía sonora y energía cinética. 3 (b): Se transformó la energía sonora en cinética.

4 (a): Las ondas son una manifestación de la energía.

Para comenzar (página 16)

- Se produjo un sonido.
- Existe un tipo de vibración.

Actividad (página 24)

Cuando los ángulos son iguales entre sí.

Investigación (página 30)

Se debería concluir que la superficie que absorbe de mejor manera es la esponja debido a su porosidad.

Para saber cómo voy (páginas 32 y 33)

1. Realiza 3,25 ciclos y su amplitud es 4 cm.
2. El timbre.
3. Una onda sonora se clasifica en: longitudinal, viajera, mecánica y tridimensional.
4. La segunda onda (roja) tiene una mayor frecuencia y la primera onda (azul) tiene un mayor período.
5. Para perturbar el agua, se requiere de energía (cinética y potencial si la perturbación se debe a la caída de una gota de agua). Posteriormente, dicha energía se propaga en forma de una onda superficial y mecánica.
6. Cuando las cuerdas del violín vibran, generan compresiones y rarefacciones en las moléculas de aire vecinas. Estas se propagan en forma de una onda longitudinal.
7. La onda M es más intensa. La frecuencia de ambas es de 3,75 Hz y el período de las dos es 0,27 s.
8. Un material poroso, como esponja o plumavit, ya que permite absorber de mejor forma el sonido.
9. El ejercicio desarrollado por Diego está incorrecto, ya que la onda realiza 1,5 ciclos, por lo que su frecuencia es 1,5 Hz y período 0,67 s (aproximadamente).

UNIDAD 2

Preguntas inicio de unidad (página 35)

- Las respuestas a esta pregunta dependen de cada estudiante.
- Algunos fenómenos asociados a la luz son la dispersión cromática (prisma), la reflexión (lago), la inversión de la imagen (copa con agua), la interferencia (colores en las burbujas) y el aumento del tamaño de la imagen (lupa).

Para comenzar (página 37)

- Otros científicos que han aportado al conocimiento de la luz son Roemer, Fizeau, Maxwell, Michelson y Bohr, entre otros.
- La investigación es una etapa fundamental de la ciencia, ya que permite poner a prueba una hipótesis.

Actividad (página 38)

Los cartones quedaron alineados y se proyectó en la pantalla la forma de la ranura.

Actividad (página 40)

Los estudiantes deberían inferir que los ángulos de incidencia y de reflexión, respecto a una normal, son de igual medida.

Actividad (página 41)

La difracción se puede demostrar experimentalmente, al hacer pasar luz a través de una pequeña ranura

Para comenzar (página 44)

En la actividad debería observarse la dispersión cromática de la luz, ya que con el espejo dentro del agua se crea un prisma.

Actividad (página 45)

En la actividad se debería observar que al hacer girar rápidamente el disco, este se debería ver en una tonalidad cercana al blanco. Esto ocurre debido a que se produce una síntesis aditiva de colores.

Actividad (página 46)

En el espejo se debería ver la palabra invertida. Esto sucede por la reflexión directa.

Actividad (página 48)

Se debería observar una imagen virtual, invertida y más pequeña que el objeto.

Actividad (página 49)

En el primer caso, la imagen resultante no se forma (o se forma en el infinito) ya que los rayos refractados son paralelos. En el segundo caso la imagen es virtual, derecha y de menor tamaño que el objeto.

Actividad (página 53)

Ondas de radio: telecomunicaciones y astronomía; microondas: telecomunicaciones y en la preparación de alimentos; ondas infrarrojas: calefacción, controles remotos y sensores; radiación ultravioleta; desinfección; rayos x: radiografías; rayos gamma: tratamiento de alimentos y creación de radioisótopos.

Para saber cómo voy (páginas 56 y 57)

1. La interferencia.
2. Debido a que la luz se propaga de forma rectilínea.
3. Que la galaxia 1 se aleja y la galaxia 2 se acerca.
4. Debido a que la luz se refracta al pasar del aire al agua.
5. La esfera actúa como una lente convergente biconvexa, por lo que los rayos de luz que la traviesan se invierten. Por esta razón la imagen se ve invertida.
6. Al reflejarse en el espejo, el rayo se refracta en la lente y sale de forma paralela al rayo incidente.
7. Es virtual, invertida y más pequeña que el objeto.
8. Imagen real, invertida y de un tamaño similar al objeto.
9. El telescopio de Sebastián no funcionará, ya que la imagen de un objeto captado por la primera lente, se formará siempre a la izquierda de ella.

UNIDAD 3

Preguntas inicio de unidad (página 59)

- La mayoría de los sismos se originan por la ruptura de una zona donde las placas tectónicas están tensionadas.
- En forma de ondas sísmica y en energía cinética al moverse la superficie terrestre.

Para comenzar (página 60)

La energía acumulada en el elástico es similar a la energía que se acumula entre las placas tectónicas. Al ser liberada se produce un sismo.

Actividad (página 63)

Debido a que es una onda longitudinal, por lo que recorre menos distancia en su trayecto.

Actividad (página 65)

A partir del estudio de las ondas sísmicas fue posible deducir cómo era el interior del planeta. Las ondas de un sismo son ondas mecánicas que se propagan por la geosfera. Cuando pasan de un medio a otro, que posee diferente densidad, se refractan. Por esta razón, se miden y registran cambios en su velocidad de propagación.

Actividad (página 66)

- Ambos modelos son igualmente válidos, dado que se complementan y proveen información del interior del planeta.
- Modelo estático. Corteza: tiene un grosor medio de 30 km, una densidad de 3 g/cm^3 (para la corteza continental). Manto: tiene una densidad entre los 3,2 y 5 3 g/cm^3. Núcleo: presenta una densidad media de 11,3 g/cm^3. Modelo dinámico: Litosfera: tiene un grosor de entre 50 a 300 km y es rígida. Astenosfera: está formada por rocas que tienen la capacidad de fluir. Mesosfera: es una capa rígida. Endosfera: en la parte externa se encuentra en estado sólido y en la interna en estado líquido, puede alcanzar temperaturas por sobre los 6000 °C.

Para comenzar (página 68)

- El punto que se golpeo, dado que está en la superficie de la mesa corresponde al epicentro.
- Las cajitas más cercanas al punto en que se golpeó la mesa se cayeron.

Celulab (página 69)

- La aplicación emplea un sensor de movimiento o acelerómetro del celular, por lo que puede detectar pequeñas vibraciones. Estas últimas son convertidas, mediante un programa simulador, en un registro sísmico similar a un sismograma.
- El acelerómetro.

Actividad (página 73)

- La respuesta a esta pregunta es muy amplia. Por ejemplo, Chile se tardó casi una década en recuperar la infraestructura y la economía debido a los efectos del terremoto de 2010.
- En caso de un sismo, se debe mantener la calma, mantenerse en un lugar seguro, no bajar corriendo escaleras, alejarse de ventanas, entre muchas otras medidas.

Para saber cómo voy (páginas 76 y 77)

1. 1: Litósfera. 2: Astenósfera. 3: Mesósfera: 4: Endósfera.
2. La magnitud de un sismo mide energía liberada y la intensidad emplea una escala de apreciación para medir daños en las infraestructuras.
3. A: Epicentro; B: Hipocentro. Se diferencian en que el hipocentro es el lugar donde se produce la ruptura de la falla y el epicentro es la proyección ortogonal del hipocentro en la superficie.
4. La ubicación de la estación sismológica está cercana al epicentro.
5. a. El sismo se incrementó de manera irregular, alcanzando un máximo cerca de los 40 s y otro cerca de los 56 s. A partir de ese momento fue disminuyendo en magnitud.

   b. Aproximadamente entre los 56 s y 48 s.
6. Se podría concluir que el planeta tiene una densidad homogénea.
7. Instructivo en caso de un sismo: Se debe mantener la calma, alejarse de las ventanas, ubicarse en un área segura, nunca bajar de un edificio mientras continúa el movimiento. Después, de un sismo dirigirse a una zona de seguridad. Instructivo en caso de tsunami: Mantener la calma, subir a zonas altas (por sobre los 30 m), no emplear automóvil, descender una vez que se haya levantado la alerta de tsunami.

UNIDAD 4

Para comenzar (página 80)

La observación astronómica ha permitido un sinfín de nuevos conocimientos, pasando por la navegación, la creación de calendarios, hasta entender fenómenos que se relacionan al origen mismo del universo.

Actividad (página 81)

- La tabla comparativa dependerá de los cuerpos celestes escogidos para comparar.
- Los asteroides troyanos son aquellos que comparten órbita con un planeta y que son influenciados gravitacionalmente por el Sol y el mismo planeta.
- La cola de un cometa se debe al viento solar, que es energía irradiada por el Sol, y cuya intensidad aumenta a medida que nos acercamos a la estrella. Por esta razón, la cola de un cometa es siempre opuesta al Sol.

Actividad (página 85)

- Se sabe de la existencia de la energía y materia oscura debido a efectos gravitacionales observados en grandes estructuras cósmicas (como la rotación de los discos galácticos). También, por la expansión acelerada del universo.

Actividad (página 87)

- El desarrollo de nuevos y mejores instrumentos de observación astronómica, impactan de manera significativa en el conocimiento del universo, ya que permiten comprobar teorías, ver más lejos de lo que nunca se ha logrado y realizar nuevos descubrimientos.
- Algunos telescopios y observatorios espaciales son el telescopio Hubble, el telescopio Kepler, el observatorio Herschel y observatorio Chandra, entre otros.

Para comenzar (página 90)

- Si se considera que la pelota de pimpón tiene un diámetro de 4 cm, la distancia a la que debería quedar la bolita de cristal sería de aproximadamente 1,2 m.
- Si se intenta realizar un modelo de sistema solar a escala, este podría resultar demasiado grande debido a que las distancias reales son enormes.

Actividad (página 91)

- Se piensa que Mercurio y Venus no tienen satélites naturales debido a su masa (reducida respecto a la de la Tierra) y su mayor cercanía al Sol.

Actividad (página 92)

- El campo magnético de Júpiter es uno de los más intensos del sistema solar y se debe a las corrientes eléctricas que se mueven en la capa de hidrógeno metálico del planeta.
- Debido a que son los cuerpos, después del Sol, de mayor masa del sistema solar, por lo que presentan campos gravitacionales más intensos.
- Júpiter, Urano y Neptuno.

Actividad (página 95)

- El hecho que el eje de rotación de la Tierra se encuentre inclinado respecto del plano orbital, tiene como consecuencia que en el verano del hemisferio sur, los rayos del Sol lleguen de forma más directa a esa región del planeta.

Pregunta (página 96)

Los eclipses de Sol no se ven de todas partes del mundo, solo donde es proyectado en cono de sombra en la superficie terrestre.

Para saber cómo voy (páginas 100 y 101)

1. Una masa similar a la del Sol.
2. Similitudes: Tanto los cometas como los asteroides pueden realizar órbitas entorno al Sol. Además, una parte de su composición puede ser similar. Diferencias: la mayoría de los asteroides proceden del cinturón de asteroides y los cometas proceden del cinturón de Kuiper. La composición de los asteroides es principalmente metal y roca, en cambio la de los asteroides es principalmente hielo de agua y gas.
3. Cúmulos de galaxias, dado que estas estructuras se conforman por miles de galaxias.
4. Debe orbitar una estrella, tener una forma esférica y haber limpiado su vecindad de rocas y polvo cósmico.

5. En la posición 1, en el hemisferio norte es verano mientras que en el sur es invierno y en la posición 2, en el hemisferio norte es invierno, mientras que en el sur es verano. Esto se produce debido a que en un hemisferio se reciben de forma más directa los rayos del Sol.
6. 1: Sol; 2: Luna; 3: Tierra.
7. Si el Sol fuera del tamaño de un balón de basquetbol, deberíamos situar al planeta Neptuno a cerca de 1 km de distancia.
8. La tabla no está completada del todo correcta. Por ejemplo, Mercurio ni Venus tienen satélites naturales.

UNIDAD 5

Para comenzar (página 104)

- El saber aspectos básicos de las estructuras cósmicas y tener conocimientos de astronomía general.
- Debido a que realizan órbitas en torno al objeto A.
- Un modelo orbital, similar al heliocéntrico.

Actividad (página 107)

Modelo	Similitudes	Diferencias
De Ptolomeo	Mantienen la esfera de estrellas fijas y algunas órbitas son circulares.	El de Ptolomeo proponía a la Tierra en el centro y el de Copérnico al Sol. Además, según Ptolomeo, al orbitar los planetas describían epiciclos.
De Copérnico		

Actividad (página 109)

- Algunos científicos que se podrían agregar a la línea son: Hubble, Gamow y Hawking, debido a sus importantes aportes.
- A través del desarrollo tecnológico, se pudo observar otros planetas y otros satélites naturales. Además, se pudo distinguir entre nebulosa y galaxia. Se ha observado planetas en torno a otras estrellas.

Actividad (página 113)

Debido a observaciones astronómicas como supernovas y la rotación de las galaxias.

Actividad (página 114)

La inflación plantea después del Big Bang, el espacio-tiempo se expandió con una rapidez mayor a la de la luz.

Para comenzar (página 116)

- Aristóteles - Ptolomeo – Copérnico.
- Que las órbitas podrían no ser circulares sino elípticas.

Actividad (página 117)

- Una elipse.
- El Sol en el foco de la elipse y un planeta sobre la curva.

Actividad (página 118)

- No, se explica por la traslación y la inclinación de eje terrestre.
- Porque la excentricidad de la órbita es mínima.
- Debido a que la rapidez de traslación es casi constante.

Actividad (página 119)

Elevando la distancia al cubo y el período al cuadrado, luego haciendo el cociente.

Actividad (página 120)

Se debería observar que la pelota describe una trayectoria curva. Se debe a la fuerza de tensión del hilo.

Actividad (página 123)

Los campos gravitacionales se emplean para incrementar el impulso sobre las sondas y naves espaciales.

Para saber cómo voy (páginas 126 y 127)

1. La fuerza de gravedad permite mantener al satélite en una órbita estacionaria.
2. La caída de los cuerpos, las mareas, las órbitas planetarias y de satélites naturales. La puesta en órbita de satélites artificiales, entre muchos otros.
3. (1) Gran explosión; (2) Formación de los primeros átomos; (3) Formación de las estrellas; (4) Formación de las galaxias.
4. El planeta B, debido a que su radio orbital es mayor.
5. Será igual.
6. La caída de los cuerpos, las mareas, las órbitas planetarias y de satélites naturales. La puesta en órbita de satélites artificiales, entre muchos otros.
7. Recuadro superior derecho: Heliocéntrico; Recuadros bajo geocéntrico: Aristóteles y Ptolomeo; Recuadros bajo Copérnico (en orden): Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter y Saturno.
8. La tabla está solo parcialmente correcta. Por ejemplo, Copérnico propuso órbitas circunferenciales y no epiciclos.

UNIDAD 6

Preguntas inicio de unidad (página 129)

- Todas las imágenes representan de una u otra forma el movimiento.
- Mediante un punto o lugar de referencia.

Actividad (página 133)

- Distancia recorrida: 150 m; desplazamiento: 108 m.
- 0,5 m/s y 0,35 m/s, respectivamente.
- Uno representa la velocidad y otro la rapidez.

Investigación (página 135)

Las trayectorias grabadas por cada uno de los observadores fueron diferentes. Para el que caminaba fue recta y para el que estaba en reposo fue curva.

Pregunta (página 138)

Este no partiría en, el eje vertical, del punto 0.

Pregunta (página 141)

No es posible acelerar de manera indefinida, ya que existe un límite en la naturaleza para la velocidad, la velocidad de la luz.

Pregunta (página 143)

Puede ser la caída libre.

Actividad (página 145)

- El cuerpo fue soltado de una altura de 10 m.
-



Investigación paso a paso (página 146)

El tiempo medido por los estudiantes en cada tramo, debería ir siendo menor. Esto indica que el movimiento es acelerado.

Para saber cómo voy (páginas 148 y 149)

1. El movimiento se aproxima a un MRUA, sin embargo es usual denominarlo en este caso como uniformemente retardado. La rapidez del balón disminuye a medida que asciende.
2. La trayectoria de las pelotas sería una curva muy alargada y que termina por descender al suelo.
3. Que el movimiento sea relativo significa que su descripción y percepción depende del observador o sistema de referencia desde el que se describe.
4. No, solo significa que es nula respecto de un sistema de referencia.
5. Tramo 1: MRUA; tramo 2: MRU; tramo 3: MRUA.
6. 8 m/s y -1 m/s, respectivamente.
7. -30 km/h

UNIDAD 7

Preguntas inicio de unidad (página 151)

- En todas las situaciones se presenta la fuerza peso. Otras fuerzas observadas son las ejercidas por las personas.
- Una fuerza se mide con un dinamómetro y el peso se puede medir indirectamente con una balanza.

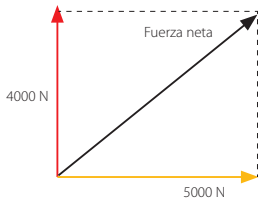
Para comenzar (página 152)

- La acción de las fuerzas ejercidas por la mano.
- Al impulsar la bolita.

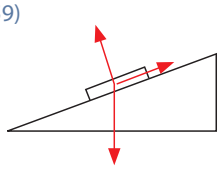
Pregunta (página 155)
Se podría realizar un experimento, suspendiendo masas graduadas desde un resorte. Luego, determinar las variaciones en la longitud del resorte y finalmente graficar la fuerza peso vs. la elongación.

Actividad (página 156)
El fenómeno observado se explica debido a la fuerza de roce que se ejercen mutuamente las hojas de los libros. Al entrelazarlos, esta fuerza se multiplica de manera significativa.

Pregunta (página 157)
Si la fuerza de roce desapareciera sería prácticamente imposible realizar acciones tan cotidianas como caminar, subir una escalera, desplazarse en bicicleta, etc.

Actividad (página 158)


Fuerza neta = 6403, 12 N

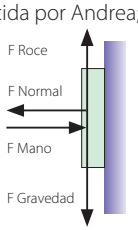
Actividad (página 159)


Actividad (página 160)
En la primera situación, la moneda se queda en el mismo lugar y en la segunda continúa en movimiento. Ambas situaciones se explican por el principio de inercia.

Actividad (página 161)
2 m/s^2

Actividad (página 166)
- En la primera situación, al que alcanzó una mayor rapidez. En la segunda situación, al de mayor masa.
- En la primera situación el autito inferior y en la segunda situación el camión.

Actividad (página 167)
Sumando la cantidad de movimiento de cada una de las bolitas.

Para saber cómo voy (páginas 172 y 173)
1. a. La fuerza ejercida por Andrea, el peso, la normal y la fuerza de roce.
   b. La fuerza ejercida por Andrea; la fuerza de roce.
2. 

3. En el airbag. Esto tiene como consecuencia que, la fuerza sobre el ocupante del vehículo no le genere daño significativo.
4. En el pasto, el tiempo de aplicación es mayor que en el cemento, como el impulso es el mismo, la fuerza es de menor magnitud y duele menos.
5. 1: Fuerza de roce estático aumenta; 2: La fuerza de roce estático es máxima; 3: Fuerza de roce cinético.
6. Igualando las fuerzas de acción y reacción se obtiene que a = 166 m/s^2
7. Corredora izquierda: 290 kg m/s; corredora centro: 200 kg m/s; corredora derecha: 240 kg m/s. La cantidad de movimiento total es 730 kg m/s.

UNIDAD 8

Preguntas inicio de unidad (página 175)
- La energía es la capacidad para realizar un trabajo.
- Cinética y potencial en el skater; cinética en la persona que lleva la carretilla; potencial gravitatoria en la persona que sube la ladera; eléctrica en el panel fotovoltaico.

Para comenzar (página 176)
- Algunos conceptos pueden ser, fuerza, aceleración, impulso, momentum y velocidad.
- La bolita que se soltó de una rampa más inclinada ejerció una mayor fuerza.
- El trabajo mecánico.

La física con algo de humor (página 178)
Un esfuerzo físico no necesariamente involucra la realización de un trabajo mecánico. Por ejemplo, al sostener las bolsas, los músculos realizan esfuerzo, pero al no variar su posición no se realiza trabajo.

Actividad (página 180)
- La fuerza de los trabajadores y la fuerza de roce.
- En ausencia de roce el trabajo es el mismo.

Actividad (página 181)
- 35 J
- 160 J

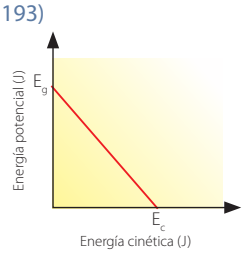
Actividad (página 182)
- Ambos realizaron el mismo trabajo.
- A medida que el tiempo de realización de un trabajo disminuye aumenta la "potencia".

Para comenzar (página 184)
- Energía electromagnética: celular; energía cinética: persona que corre y ciclista; energía sonora y eléctrica: persona que escucha música.
- Persona que escucha música: energía eléctrica a energía sonora.

Actividad (página 186)
- Realizar un trabajo mecánico o transferirle energía mediante el trabajo.
- Energía cinética.
- Transformando la energía en deformación de la mano, en caso que no se mueva, o generando calor.

Actividad (página 187)
-173611,1 J

Actividad (página 189)
- La fuerza muscular.
- Energía potencial elástica.
- Elástica-cinética-potencial gravitatoria.

Actividad (página 193)
- 

- Punto de equilibrio inestable: Corresponde a una posición donde un cuerpo o el carro de la montaña rusa posee una mayor energía potencial gravitatoria. Punto de equilibrio estable: Es una posición donde un cuerpo se encuentra en una especie de "fosa", ya que posee la menor energía potencial respecto de los puntos o posiciones vecinas. Punto de equilibrio indiferente: Es una posición donde la energía potencial de un cuerpo es constante.

Actividad (página 194)
- Energía cinética.
- La fuerza de roce.
- Debido a que el trabajo realizado por el roce disipa su energía cinética.

Para saber cómo voy (páginas 198 y 199)
1. Realizan trabajo: la fuerza de roce y una componente del peso; no realizan trabajo: la normal.
2. El ascensor 2.
3. La energía cinética aumenta y la potencial gravitatoria disminuye.
4. Debido a que el trabajo realizado por el roce disipa su energía cinética.
5. La potencia de los tres es igual (24,5 J).
6. 200 J.

A

Aceleración: Magnitud vectorial que indica la variación en la velocidad de un cuerpo en un determinado intervalo de tiempo.

Afelio: Punto de la órbita planetaria más lejano del Sol.

Amplitud (de una onda): Es la distancia entre un monte o un valle y la posición de equilibrio.

Asteroides: Son pequeños cuerpos rocosos y metálicos. En el sistema solar, una gran cantidad de ellos se encuentran en el cinturón de esteroides.

B

Bólido: Son meteoros que estallan en la atmósfera.

C

Colisión: Interacción o choque entre dos cuerpos o partículas, producida por efecto del movimiento relativo de al menos una de ellas.

Cometas: Son cuerpos formados por hielo de agua, gas y polvo y que orbitan al Sol. Proceden de las regiones externas del sistema solar (Nube de Oort y Cinturón de Kuiper).

Cuerpos celestes: Objetos astronómicos que forman parte del universo, que puede interactuar con otro cuerpo por la ley de gravedad, (orbitándolo o siendo orbitado).

D

Desplazamiento: Magnitud vectorial que indica el cambio de posición de un cuerpo.

Difracción: Ocurre cuando un frente de ondas, propagado en una sola dirección, atraviesa una abertura. Al pasar por ella, se genera un nuevo foco emisor, desde donde la onda se propaga en múltiples direcciones.

Distancia focal: Es la distancia entre el centro óptico de la lente o espejo curvo y el foco o punto donde se concentran los rayos de luz o sus proyecciones.

Distancia recorrida: Corresponde a la longitud del trayecto recorrido para ir de un punto a otro.

E

Efecto Doppler: Fenómeno asociado a las ondas (afecta a las ondas mecánicas y electromagnéticas), que ocurre cuando existe movimiento relativo entre una fuente emisora de ellas y un receptor.

Energía: Es la capacidad de un cuerpo o sistema para realizar un trabajo. También puede ser entendida como la capacidad que tienen los objetos para producir cambios en ellos mismos o en otros objetos.

Epicentro: Es la proyección sobre la superficie terrestre del hipocentro de un sismo.

Estrella: Esfera de plasma que se forman en las nebulosas, por el colapso gravitacional del gas y polvo cósmico.

Exoplanetas: Planetas que orbitan estrellas distintas al Sol.

F

Foco (de una onda): Lugar de perturbación de una onda.

Frecuencia (de una onda): Número de ciclos que efectúa una onda por unidad de tiempo.

Fuerza: Interacción entre los cuerpos. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es en newton (N).

G

Galaxia: Estructura supermasiva conformada por miles de millones de estrellas y otros objetos y estructuras astronómicas, que se encuentran unidos por la acción de la fuerza de atracción gravitacional.

H

Hipocentro: También llamado foco, es el lugar de la litósfera donde se produce la ruptura y, en consecuencia, se origina el sismo.

I

Impulso: Es una magnitud vectorial y corresponde al producto entre la fuerza y el intervalo de tiempo durante el cual es aplicada dicha fuerza.

Intensidad de un sonido: Se relaciona directamente con la amplitud de la onda sonora, lo que permite caracterizar un sonido en fuerte o débil según como se percibe.

Intensidad de un sismo: Es una medida de los efectos producidos por un sismo en personas, animales, estructuras y terreno en un lugar particular. La intensidad no sólo depende de la fuerza del sismo (magnitud) sino que también de la distancia epicentral, la geología local, la naturaleza del terreno y el tipo de construcciones del lugar.

Interferencia de ondas: Fenómeno que se produce cuando se superponen dos ondas del mismo tipo. Esta interferencia puede ser constructiva (cuando las ondas se potencian) o destructiva (cuando las ondas se anulan).

L

Lente: Es un instrumento hecho de material transparente y que se encuentra limitado a dos superficies.

Longitud de onda: Es la distancia entre dos puntos que poseen igual fase, como dos montes o dos valles consecutivos.

Lupa: Es una lente convergente que, al mirar a través de ella, genera una imagen de mayores dimensiones con respecto al objeto real.

Luz: Es una onda electromagnética, que según el modelo dual, puede ser entendida como onda o partículas (fotones).

M

Magnitud de momento sísmico: Es una escala logarítmica, que permite obtener información de la energía liberada por un sismo.

Magnitud escalar: Magnitud que puede ser completamente determinada por un valor numérico y una unidad de medida.

Magnitud vectorial: Magnitud determinada por un valor numérico, una dirección y sentido.

Masa: Magnitud que expresa la cantidad de materia contenida en un cuerpo.

Meteoritos: Fragmentos espaciales que sobreviven al paso a través de la atmosfera y llegan a la superficie terrestre.

Meteoro: Es la luz emitida por un meteoroide a medida que entra a la atmósfera.

Meteoroide: Pequeña roca en el espacio de hasta 10 metros.

Microscopio: Instrumento que emplea dos lentes convergentes, cuya distancia focal del lente objetivo es menor a la distancia focal del lente ocular. Permite ver objetos muy pequeños.

N

Nebulosas: Son gigantescas acumulaciones de gas y polvo cósmico. En algunas de ellas, pueden nacer estrellas.

O

Oído: Órgano del aparato auditivo del ser humano.

Ojo: Órgano de los sentidos que nos permite captar la luz.

Onda: Perturbación que se propaga en un medio. Este fenómeno puede darse en un espacio vacío o en uno que contenga materia.

Orbita: Trayectoria que describe un cuerpo alrededor de otro en el espacio, como consecuencia de la acción de la fuerza de gravedad.

P

Perihelio: Punto de la órbita planetaria más cercano al Sol.

Periodo (de una onda): Tiempo que tarda una onda en producir un ciclo u oscilación completa.

Planeta: Cuerpo celeste que gira alrededor una estrella y que se caracteriza por que ha alcanzado un equilibrio hidrostático, no emite luz propia y a limpiado su vecindad de cuerpos menores.

Posición: Ubicación de un cuerpo u objeto respecto de un determinado sistema de coordenadas.

Potencia mecánica: Corresponde al trabajo efectuado por unidad de tiempo. También puede ser entendido como la rapidez con la que se realiza un trabajo mecánico.

Prisma: Instrumento poliédrico y transparente, que puede, en determinadas condiciones de iluminación, dispersar la luz.

R

Rapidez: Es la distancia recorrida por un cuerpo por unidad de tiempo.

Reflexión: Fenómeno que se observa con el cambio de dirección que experimenta una onda que incide en el límite que separa dos medios y, producto de ello, parte de la onda retorna al medio original.

Refracción: Es el cambio de velocidad que experimenta una onda al pasar de un medio a otro que posee diferente densidad.

Reposo: Estado de movimiento de cuerpo, en donde este se encuentra inmóvil respecto de un sistema de referencia.

Resonancia (sonora): Es un fenómeno que se puede producir cuando coincide la frecuencia natural de un objeto con la frecuencia de otro objeto cercano que vibra.

S

Satélite natural: Objeto astronómico que orbita, de manera natural, alrededor de un planeta.

Sismos: Es la vibración de la corteza terrestre que, en su mayoría, se origina por la ruptura de una zona donde las placas tectónicas están tensionadas.

Sistema solar: Conjunto de objetos astronómicos, formado por el Sol y los demás cuerpos celestes que giran a su alrededor.

Sonido: Se origina por la vibración un cuerpo y que se propaga por un medio material. En el modelo ondulatorio puede ser entendido como una onda longitudinal.

T

Telescopio reflector: Instrumento óptico que permite amplificar las imágenes de objetos lejanos, en especial, los cuerpos celestes. Consiste esencialmente en un espejo o lente que concentra los rayos luminosos y forma una imagen del objeto, y una lente que amplía dicha imagen.

Tiempo: Magnitud física con la que medimos la duración o separación de acontecimientos.

Trabajo mecánico: Se produce cuando una fuerza o una de sus componentes es capaz de desplazar al cuerpo sobre el cual actúa (o afectar dicho movimiento).

Trayectoria: Es el conjunto de todas las posiciones por las que pasa un cuerpo durante su movimiento.

Tsunamis: Son marejadas generadas por perturbaciones en el nivel del mar, que se propagan a partir de la región ubicada sobre la zona de ruptura y que pueden alcanzar alturas de varias decenas de metros sobre el nivel normal del mar. Dichas perturbaciones se producen cuando el epicentro de un sismo se encuentra en el océano o en las cercanías de la costa.

U

Universo: Se trata del conjunto de materia, energía, espacio, tiempo y las leyes físicas que reglamentan todo lo anterior.

V

Velocidad: Magnitud vectorial que corresponde al cambio de posición de un cuerpo por unidad de tiempo.

ÍNDICE TEMÁTICO

A

Aceleración de gravedad terrestre (g), 144
Aceleración media, 141
Aceleración, 140
Afelio, 117
Agujeros negros, 84
Amplitud (de una onda), 10
Área de ruptura, 60
Asteroides, 81
Astro, 90

B

Big bounce, 113
Big crunch, 112
Big freeze, 113
Big rip, 113
Binoculares, 51
Bólido, 81

C

Caída libre, 144, 192
Cantidad de movimiento (o momentum), 166, 195
Centro de masa, 159
Choque elástico, 195
Choque inelástico, 195
Cometas, 81, 122
Corteza terrestre, 66
Cuerpos celestes, 90

D

Desplazamiento, 132
Diagrama de cuerpo libre, 159
Difracción, 13, 27, 41
Distancia recorrida, 132

E

Eclipse de luna, 97
Eclipse de sol, 96
Ecógrafo, 29
Efecto Doppler, 28, 42
Ecuación itinerario, 139
Energía cinética, 186
Energía mecánica, 184, 190
Energía potencial elástica, 189
Energía potencial gravitatoria, 188
Energía, 68, 174, 184
Epicentro, 61
Escala de Mercalli, 71
Escala Richter, 70
Espectroscopio, 42
Espejo, 46, 47
Estación sismológica, 68
Estrella, 82, 85, 122
Exoplanetas, 84

F

Foco (de una onda), 7
Frecuencia, 11
Fuentes sonoras, 17
Fuerza de atracción gravitacional o fuerza de gravedad, 122
Fuerza de roce por deslizamiento, 156
Fuerza neta o total, 158
Fuerza normal, 154
Fuerza peso, 154, 180
Fuerza, 150
Fuerzas disipativas, 194
Fuerzas restauradoras o elásticas, 155

G

Galaxias, 84, 122

H

Hipocentro, 60
Hipótesis nebular, 109

I

Impulso, 164
Infrasonido, 20, 29
Intensidad 23, 71
Interferencia, 14, 41

J

Joule (Unidad), 178

L

Lanzamiento vertical, 144
Lente convergente, 48
Lente divergente, 49
Lente, 48
Ley de conservación de la cantidad de movimiento, 169
Ley de gravitación universal, 109, 120
Ley de Hooke, 155
Litósfera, 66
Longitud de onda, 10
Lupa, 48, 50
Luz, 34

M

Magnitud de momento sísmico, 70
Magnitud vectorial, 132, 153
Meteoritos, 81
Meteoro, 81
Meteoroide, 81

Microscopio, 51
Modelo de Aristóteles, 105
Modelo dinámico, 66
Modelo estático, 66
Modelo geocéntrico (Ptolomeo), 106
Modelo heliocéntrico (Copérnico), 107
Movimiento de nutación, 94
Movimiento de precesión, 94
Movimiento de rotación, 94
Movimiento de traslación, 94
Movimiento rectilíneo uniforme (MRU), 138
Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA), 142
Movimiento relativo, 130

N

Nebulosas, 85
Newton (unidad), 178

O

Observatorio astronómico, 86
Oído, 18
Ojo, 52
Onda electromagnética, 9
Onda longitudinal, 8
Onda mecánica, 9
Onda periódica 8
Onda transversal, 8
Onda, 6, 34, 58
Ondas estacionarias, 9
Ondas sísmicas, 62
Ondas viajeras, 9

P

Perihelio, 117
Periodo (de una onda), 10
Planeta, 80, 94, 122
Posición, 132
Potencia mecánica, 182
Primera ley de Kepler, 117
Primera ley de Newton (o principio de inercia), 160
Principio de conservación de la energía mecánica, 191
Prisma, 44
Pulso (de una onda), 7, 8
Punto de referencia, 131

R

Radiación de fondo cósmico, 114
Rapidez instantánea, 136
Rapidez media, 133, 137
Rapidez, 26, 39, 133
Reflexión, 13, 24, 40
Refracción, 12, 27, 40
Reposo, 134
Resonancia, 26

S

Satélite, 80
Segunda ley de Kepler, 118
Segunda Ley de Newton (o principio de las masas), 161, 165
Sismógrafo, 69, 74
Sismograma, 69
Sismos, 58
Sistema de ejes coordenados, 131
Sistema de referencia, 131
Sistema solar, 90, 122
Sonido, 16

T

Telescopio, 42, 50, 54
Teoría del Big bang, 110
Tercera ley de Kepler, 119
Tercera ley de Newton (o principio de acción y reacción), 162
Timbre (de un sonido), 22
Tono (de un sonido), 23
Trabajo mecánico, 174, 176
Tsunamis, 72

U

Ultrasonido, 20, 29
Universo, 78, 102

V

Velocidad instantánea, 136
Velocidad media, 137
Velocidad relativa,134
Velocidad, 132

W

Watt (Unidad), 182

BIBLIOGRAFÍA

Las bibliografías sugeridas a continuación, te ofrecen temáticas de apoyo para que amplíes tus conocimientos en relación con los diferentes contenidos abordados en este Texto:

Alexander, S. (2017). *El Jazz De La Física*. Barcelona, España: Editorial Tusquets.

Bussenius, W. (2019). *Física Experimental. Elementos De Didáctica Y Teoría Con Más De 50 Aplicaciones Experimentales*. Talca, Chile: Editorial Universidad de Talca.

Hawking, S. (2018). *Breves Respuestas A Las Grandes Preguntas*. Barcelona, España: Editorial Crítica.

Jackson, T. (2016). *Física*. Santiago, Chile: Editorial Librero.

Kindersley, D. 2017. *El Libro De La Ciencia.* Barcelona, España: Editorial Cosar Editores.

Maza, J.M. (2017). *Somos Polvo De Estrellas*. Santiago, Chile: Editorial Planeta.

Maza, J.M. (2019). *Eclipses*. Santiago, Chile: Editorial Planeta.

Pérez, H. (2013). *Temas De Física 1*. Ciudad de México, México: Grupo Editorial Patria.

Pérez, H. (2018). *Física General*. Ciudad de México, México: Grupo Editorial Patria.

Ruiz, M. (2017). *Hijos De Las Estrellas*. Un Maravilloso Recorrido Sobre Los Orígenes del Universo y del Ser Humano. Santiago, Chile: Editorial Debate.

Sagan, C. (Tyson, N). (2013). *Cosmos.* Estados Unidos: Grupo editorial The Random House.

Santaolalla, J. (2017). *La Inteligencia Física*: *Aprende A Ver El Mundo Con La Mente De Un Físico*. Barcelona, España: Editorial Plataforma.

Stuart, C.; Abadir, X. 2019. *El Libro De La Física*. Santiago, Chile: Editorial Contrapunto.

Varios Autores. (2015). *El Universo, Un Viaje Fascinante Al Cosmos, De La Formación De Las Estrellas A Los Confines Del Universo*. Nueva York, Estados Unidos: Editorial Parragon.











mifuturo.cl
Infórmate antes de elegir

Ministerio de Educación
Gobierno de Chile

ISBN: 978-956-09428-0-7

Editorial CPE