

TEXTO DEL ESTUDIANTE

CIENCIAS NATURALES

# FÍSICA 1<sup>o</sup> Medio 2<sup>o</sup> Medio



Carolina Tobar González   Gabriel Leiva Rubio  
Javiera Poblete Uribe   Nicolás Sepúlveda Ballesteros  
Robbie Barrera Yáñez



EDICIÓN ESPECIAL PARA EL  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN.  
PROHIBIDA SU COMERCIALIZACIÓN.











TEXTO DEL ESTUDIANTE

# CIENCIAS NATURALES

# FÍSICA 1<sup>o</sup> Medio

**Gabriel Alberto Leiva Rubio**

Licenciado en Educación

Profesor de Física

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

**Nicolás Felipe Sepúlveda Ballesteros**

Licenciado en Ciencias Exactas

Profesor de Educación Media en Matemáticas y Física

Universidad de Chile

**Robbie Andrés Barrera Yáñez**

Licenciado en Educación de Física y Matemática

Profesor de Estado en Física y Matemática

Universidad de Santiago de Chile

**Carolina Nicole Tobar González**

Licenciada en Ciencias Exactas

Profesora de Educación Media en Matemáticas y Física

Universidad de Chile

**Javiera Roxana Poblete Uribe**

Licenciada en Educación de Física y Matemática

Profesora de Estado en Física y Matemática

Universidad de Santiago de Chile



El Texto que tienes en tus manos fue pensado para acompañarte en el desafío que emprenderás al estudiar sobre diferentes tópicos de la Física a lo largo de 1° y 2° medio. En estos dos años podrás desarrollar habilidades y actitudes necesarias para la investigación científica escolar; comprender conocimientos centrales de las ciencias e integrarlos a otras disciplinas; establecer relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente; y aprender que el conocimiento científico es dinámico, es decir, que lo que se sabe hoy es producto de una acumulación de saberes de comunidades que colaboran entre sí y, por lo tanto, podría modificarse en el futuro.

En este Texto, te encontrarás con las siguientes secciones:

**INICIO DE UNIDAD**

Al introducirte en cada Unidad de aprendizaje, te encontrarás con una situación en la que se aplica el conocimiento científico y con preguntas que te desafían y te invitan a la reflexión.

**DESARROLLO DE UNIDAD**

En cada Unidad desarrollarás tu capacidad de pensar de manera crítica, tomar decisiones de manera informada y trabajar colaborativamente. Para ello, abordarás cada Unidad desde una metodología diferente, con la que podrás diseñar proyectos, conducir investigaciones científicas o solucionar problemas. Además, podrás trabajar con otras asignaturas al seguir las directrices que te entregarán tus docentes cuando veas el sello:



También encontrarás diversas preguntas que te desafían a aplicar lo aprendido, a construir grandes ideas científicas y comprender cómo se construye el conocimiento científico. Todo con el propósito de que te aproximes a conocer aspectos de la Naturaleza de la ciencia.









**UNIDAD 1** Los fenómenos sonoros en nuestro entorno **7**

**Planificamos un proyecto** ..... 8

**Lección 1:** ¿En qué consiste el modelo ondulatorio?..... 10  
 En ciencias, ¿qué entendemos por onda?..... 10  
 Modelos para describir las características de las ondas ..... 14  
 Fenómenos cotidianos en que se manifiestan las ondas..... 16  
**Taller de habilidades:** Aprendiendo a formular una pregunta de investigación ..... 18  
**Cultura científica:** ¿Cómo sería un mundo sin ondas? ..... 19

**Lección 2:** ¿Cómo se comporta el sonido? ..... 22  
 ¿Qué es el sonido? ..... 22  
 ¿Qué cualidades permiten distinguir un sonido del otro?..... 24  
 ¿Cómo percibimos el sonido las personas? ..... 26  
 Espectro auditivo e impacto de la contaminación acústica en ecosistemas..... 28  
 Aplicaciones tecnológicas de las ondas sonoras.... 30  
 Fenómenos cotidianos que experimentan las ondas sonoras..... 32  
**Taller de habilidades:** Aprendiendo a planificar un diseño experimental..... 34  
**Cultura científica:** Esculturas eólicas y sonoras en el desierto ..... 35

**¡En acción! Trabajamos en el proyecto**..... 36  
**Cultura científica:** Sonidos de ALMA..... 37  
**Síntesis de la Unidad**..... 37



**UNIDAD 2** La luz y su aplicación en astronomía **39**

**Planificamos un proyecto** ..... 40

**Lección 1:** ¿Qué investigaciones se realizan para conocer sobre la luz?..... 42  
 Teorías científicas para explicar la naturaleza de la luz ..... 42  
**Taller de habilidades:** Aprendiendo a elaborar y usar modelos ..... 44  
**Cultura científica:** TECNOLOGÍA 5G  
 ¿es un peligro para la salud humana?..... 45  
 El espectro electromagnético..... 46  
 Experimentos para medir la rapidez de la luz..... 48  
 Propagación rectilínea de la luz..... 50  
 Fenómenos luminosos y sus aplicaciones tecnológicas..... 52  
**Cultura científica:** Estructura del ADN:  
 ¿competencia o colaboración?..... 55

**Lección 2:** ¿Por qué la comunidad científica realiza observación astronómica?..... 58  
 Tecnologías para la observación astronómica ..... 58  
 Ventajas de Chile para la observación astronómica..... 60  
 Centros astronómicos en Chile y el mundo..... 62  
 Astrónomos y astrónomas de Chile..... 64  
**Ciencia en Chile:** Del observatorio al retail:  
 ¿Qué tan factible es hacer ciencia en Chile? ..... 66  
**Taller de habilidades:** Aprendiendo a comunicar científicamente..... 67  
 Cosmovisión astronómica de los pueblos originarios en Chile ..... 68  
 Componentes del sistema solar ..... 70  
 Consecuencias de los movimientos de la Tierra ..... 72  
 Consecuencias de los movimientos de la Luna..... 74

**¡En acción! Trabajamos en el proyecto**..... 76  
**Cultura científica:** Contaminación lumínica, no solo un riesgo para la astronomía..... 77  
**Síntesis de la Unidad**..... 77





**UNIDAD 1** El movimiento y las fuerzas en nuestro entorno **1**

**Planificamos un proyecto** ..... 2

**Lección 1:** ¿De qué manera modelamos el movimiento de los cuerpos? ..... 4

    ¿Qué conceptos científicos se necesitan para describir un movimiento? ..... 4

    La relatividad del movimiento, reflejo del trabajo colaborativo ..... 8

    Movimiento rectilíneo uniforme ..... 10

    Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.. 12

**Cultura científica:** La rapidez de una estrella fugaz ..... 16

**Taller de habilidades:** Aprendiendo a formular hipótesis ..... 17

    Movimientos verticales..... 18

**Lección 2:** ¿Qué efectos provocan las fuerzas?..... 20

    En ciencias, ¿a qué llamamos fuerza?..... 20

    Tipos de fuerzas en nuestro entorno ..... 22

**Taller de habilidades:** Aprendiendo a formular conclusiones científicas ..... 25

**Cultura científica:** Investigador chileno desarrolla una prótesis 3D..... 27

    ¿Cómo representar las fuerzas? ..... 28

    Newton y los principios de la mecánica clásica ..... 30

**¡En acción! Trabajamos en el proyecto**..... 34

**Cultura científica:** Música en equilibrio..... 35

**Síntesis de la Unidad**..... 35



**UNIDAD 2** Modelos y teorías sobre el universo **37**

**Planificamos un proyecto** ..... 38

**Lección 1:** ¿Cómo ha cambiado lo que sabemos del universo? ..... 40

    Evolución de los modelos del universo ..... 40

    Más allá de los modelos del universo..... 42

    Cosmovisión de los pueblos originarios ..... 44

**Taller de habilidades:** Aprendiendo a formular preguntas de investigación ..... 46

**Cultura científica:** ¿Dónde está el centro del universo? ..... 47

**Lección 2:** ¿Cómo se explica el origen y el futuro del universo?..... 48

    La teoría del Big Bang ..... 48

**Taller de habilidades:** Aprendiendo a analizar científicamente ..... 52

**Cultura científica:** ¿Cómo se llegó a proponer la teoría del Big Bang? ..... 53

    ¿Cuál podría ser el futuro del universo según las ciencias?..... 54

**¡En acción! Trabajamos en el proyecto**..... 56

**Cultura científica:** Expansión acelerada del universo + Premio Nobel + Chile..... 57

**Síntesis de la Unidad**..... 57

**Glosario científico** ..... 58

**Bibliografía**..... 61

**Créditos**..... 64





→ Carpintero negro



→ Pudú







# Los fenómenos sonoros en nuestro entorno



📍 Parque Nacional Queulat, Región de Aysén.



➔ Coicoy

Imagina que visitas el parque que se muestra en la fotografía central y piensa en los sonidos que podrías percibir allí.

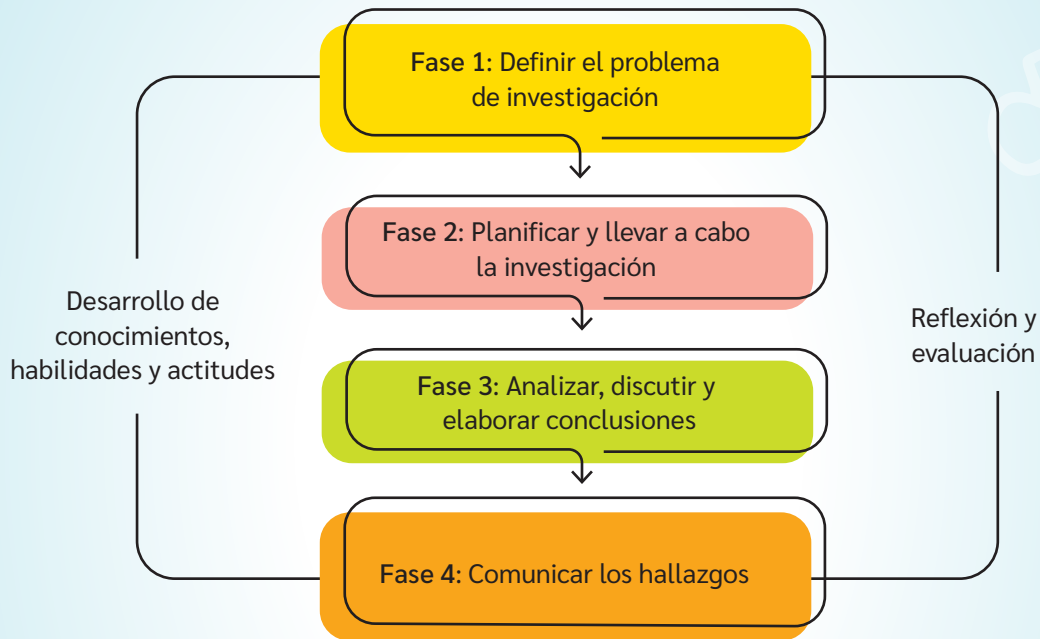
- ¿Qué emociones te evocan? ¿Qué tan armoniosos te imaginas que son esos sonidos?
- ¿Qué sonidos emitirán los ejemplares de la fauna del lugar? ¿Para qué crees que emitirán esos sonidos?
- ¿Qué tan similares o diferentes son esos sonidos en comparación con los que escuchas diariamente?
- ¿De qué forma podríamos transmitir estos sonidos a personas que presentan algún grado de pérdida de audición?

Muchos organismos dependen biológicamente del sonido, pues les permite satisfacer necesidades y responder al medioambiente en que se desenvuelven. En el caso de los humanos, el sonido es una fuente de información y expresión para comunicarnos con el resto y también una herramienta para conectarnos con nuestras emociones. Sin embargo, la audición no es un sentido garantizado. Existen diferentes situaciones que pueden hacer que nuestra audición se vea comprometida, entre ellas causas genéticas que pueden producir sordera u otras afecciones. Además, la edad y el trato que demos a nuestros oídos también juegan un papel importante. Te invitamos a conocer sobre el fenómeno ondulatorio del sonido en nuestro entorno.



En esta Unidad, estudiarás los fenómenos ondulatorios y su aplicación para comprender y explicar el sonido y sus características. Para ello, te proponemos llevar a cabo un proyecto de **investigación científica** escolar. De esta forma, tendrás la oportunidad de integrar los conceptos estudiados y profundizar en una problemática de interés relacionada con los contenidos de la Unidad.

Para la realización de la investigación, te proponemos formar un grupo de trabajo y estudiar en torno a las ondas y el sonido, considerando que las siguientes fases te guiarán para lograr un proyecto exitoso.



Fuente: Explora (2016). *Guía de apoyo a la Investigación Escolar en Ciencias Naturales para Estudiantes*. [www.explora.cl](http://www.explora.cl)

¡Te proponemos que el resultado del trabajo de investigación que realices con tu equipo pueda llegar a ser publicado en una revista científica escolar!

**Te invitamos a** revisar los contenidos de esta Unidad para que vayas dando forma poco a poco a tu **investigación**.

¿Qué experiencias has tenido realizando investigaciones científicas?

¿Qué esperas lograr como resultado de tu trabajo?

 **Recursos digitales**

Ingresa el código T23F1MP008A para conocer una revista científica escolar.



## FASE 1

**¡En acción!**  
**Trabajamos en**  
**el proyecto**

Para realizar una investigación, primero deben decidir acerca de qué temas les interesa investigar, qué tipo de investigación podrían llevar a cabo y qué preguntas les gustaría responder o qué problemáticas les gustaría solucionar.

BDA | U1\_ACT\_1

### ¿Qué temas investigar?

Piensen en el sonido y sus aplicaciones, y realicen una lluvia de ideas sobre los temas que les parezcan interesantes de investigar. Pueden guiarse con estas preguntas:

- ¿Conocen algún problema relacionado con el sonido que quieran intentar solucionar o estudiar? Puede ser medioambiental, de salud u otro.
- ¿Han visto últimamente alguna noticia o reportaje que les ha llamado la atención sobre el sonido o la acústica?
- ¿Hay algún aspecto sobre las ondas sonoras, la audición, la contaminación acústica, el sonido o similares que les interese saber?

### ¿Qué tipo de investigación realizarán?

Siguiendo las orientaciones de su docente y de acuerdo con sus intereses, determinen si su investigación será principalmente exploratoria, descriptiva o explicativa.

- **Exploratoria:** aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado.
- **Descriptiva:** caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento.
- **Explicativa:** aquella que busca el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto o la prueba de hipótesis.

### Planteando preguntas

Antes de formular la pregunta de investigación, planteen las dudas que tienen o que vayan surgiendo sobre el tema escogido. Estas preguntas orientarán los primeros acercamientos al tema. ¡No necesitan contestarlas todas!

## ¿En qué consiste el modelo ondulatorio?

### Exploro mis ideas

- ¿De qué formas podrías producir una onda?
- ¿Qué diferencia las ondas del mar de las ondas de sonido?
- ¿Cómo podrías explicar qué es lo que se propaga a medida que las personas van haciendo “la ola” en una galería?

## En ciencias, ¿qué entendemos por onda?

Nuestra relación con el medio es posible, en gran medida, gracias al fenómeno ondulatorio: los objetos que vemos, los sonidos que escuchamos, la información que recibimos en celulares y la televisión, entre muchos otros. Para entender estos fenómenos, es preciso comprender el origen del movimiento ondulatorio y las ondas.

Una **onda** corresponde a la propagación de energía en el espacio producto de la perturbación de alguna propiedad física de este, como la presión, la densidad, el campo eléctrico, etc. Esta propagación transporta energía, pero no materia.

Para comprender y describir el movimiento ondulatorio, construiremos un modelo científico que se aplica a una diversidad de situaciones cotidianas o naturales. Este modelo corresponde a una representación del fenómeno que permite describirlo, explicarlo y predecirlo; por lo tanto, no es igual al fenómeno mismo y presenta sus limitaciones.

¿Cómo te imaginas que trabaja la comunidad científica para establecer modelos o definiciones de conceptos como el de onda?

BDA U1\_ACT\_2 y 3

¿Qué aspectos sobre el movimiento ondulatorio se investigarán actualmente? Menciona ejemplos.



### Recursos digitales

Ingresa el código **T23F1MP010A** para interactuar con el simulador de ondas en una cuerda.

### ¿Cómo se propaga una onda sonora?

- Una persona pulsa la cuerda de un arpa, transfiriendo **energía** a esta.
- La pulsación de la cuerda produce una perturbación, la que inicia en un punto denominado **foco**.
- Producto de la perturbación, las partículas de la cuerda comienzan a vibrar, pasando sucesivas veces por su posición de equilibrio: una onda se propaga por la cuerda.



¿Qué utilidad tiene la elaboración de modelos científicos? Una vez construido un modelo científico, ¿por qué razón podría ser modificado? Discutan en parejas.



### Gran idea de la ciencia

¿Qué ocurre con la energía que se disipa a medida que se propaga la onda?

- Las partículas de la cuerda oscilan en su posición junto con la onda, sin desplazarse a lo largo de la cuerda. Lo que está ocurriendo es un **transporte de energía**, pero no de materia.
- A medida que pasa el tiempo, la cuerda deja de vibrar y la energía que transporta la onda se disipa.
- La vibración de la cuerda transferirá energía a las partículas de aire que la rodean. Estas, a su vez, transferirán energía a sus partículas vecinas y así sucesivamente. Por lo tanto, otra onda se propagará a través del aire: esta onda es el sonido producido por el arpa, la que estudiaremos con más detalle más adelante.

## Clasificación de las ondas

Gracias a diversas investigaciones científicas, hoy sabemos que no todas las ondas que identificamos en nuestro entorno se propagan de igual forma, en los mismos medios o en todos los sentidos. Por ello, la comunidad científica ha establecido diversos criterios de clasificación, los que dependen de los parámetros de estudio o de los fenómenos en los que se manifiestan. Algunos de esos criterios se muestran a continuación.

El conocimiento científico se construye, en gran medida, a partir de evidencias empíricas. ¿Qué evidencias han permitido describir el comportamiento de los diferentes tipos de ondas?



### Medios de propagación

De acuerdo con este criterio, se distinguen dos tipos de ondas: mecánicas y electromagnéticas. Las **ondas mecánicas** necesitan de un medio material para propagarse, como las ondas sísmicas. Las **ondas electromagnéticas** no precisan de un medio para propagarse, por ello, también lo pueden hacer en el vacío, por ejemplo, las ondas infrarrojas del control remoto.



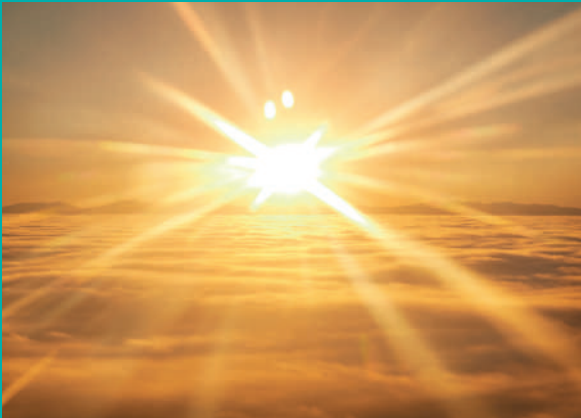
### Dirección de propagación

Según este criterio, es posible distinguir dos tipos de ondas: transversales y longitudinales. Las **ondas transversales** son aquellas cuya dirección de propagación es perpendicular a la dirección de oscilación de las partículas del medio, como las que se forman al tocar la superficie del agua. Las **ondas longitudinales** son aquellas cuya dirección de propagación es paralela a la dirección de oscilación de las partículas del medio.



Las ondas gravitacionales son un descubrimiento reciente y se han definido como una perturbación del espacio-tiempo producida por la aceleración de cuerpos muy masivos. Sin embargo, estas ondas fueron predicha por Einstein hace décadas. ¿Por qué recientemente la existencia de estas ondas fueron aceptadas por la comunidad científica? ¿Bajo qué criterio se podrían clasificar?

Nuestro mundo físico es tridimensional, por lo que no existen objetos puramente uni o bidimensionales. Aun así, estas categorías son útiles. ¿Por qué es necesario omitir ciertas características cuando se construye un modelo?



#### Libertad de propagación

De acuerdo con este criterio, se distinguen dos tipos de ondas: viajeras y estacionarias. Las ondas viajeras se propagan de forma libre desde la fuente sin volver a su punto inicial, como las ondas de luz. Las ondas estacionarias son aquellas cuyo movimiento está limitado a una determinada región del espacio, como es el caso de la cuerda del contrabajo.



#### Dimensiones de propagación

Las ondas que se propagan en una dimensión, como cuerdas o resortes, se denominan **unidimensionales**. Las ondas que se propagan en dos dimensiones, como en superficies, se llaman **bidimensionales**. Finalmente, aquellas que se propagan en tres dimensiones, es decir, por el espacio, se conocen como **tridimensionales**.

Los criterios de clasificación no son excluyentes entre sí, por ejemplo, puede existir una onda mecánica, longitudinal y viajera. ¿Conoces algún ejemplo de este tipo de ondas?

BDA U1\_ACT\_6 y 7

## Modelos para describir las características de las ondas

Como has notado, existe una diversidad de fenómenos cotidianos que involucran ondas y son aparentemente muy diferentes entre sí. Por ello, a quienes investigan les resulta conveniente definir ciertas características en común de las ondas. Esto, con el fin de estudiarlas, analizarlas, explicar o predecir su comportamiento.

### Características relacionadas con el espacio

Corresponden a aquellos elementos que pueden ser distinguidos gráficamente en la representación de una onda transversal.

#### Monte

Punto más alto que alcanza la oscilación.

#### Amplitud (A)

Corresponde a la mayor de las elongaciones o a la máxima distancia que alcanza la oscilación respecto a la posición de equilibrio.

#### Elongación

Distancia entre la posición de equilibrio y un punto de la oscilación.

#### Posición de equilibrio

Línea imaginaria que representa el estado de equilibrio o reposo de la perturbación.

#### Valle

Punto más bajo que alcanza la oscilación.

#### Longitud de onda ( $\lambda$ )

Corresponde a la distancia entre dos puntos consecutivos que se encuentran en el mismo estado de oscilación.

Para indicar las características espaciales de una onda, se suele utilizar el modelo de onda transversal. Esto, porque en una onda longitudinal resulta complejo diferenciar visualmente un parámetro de otro.

¿Qué tan frecuente es que la comunidad científica deba decidir usar una u otra representación de un fenómeno?, ¿por qué?



## Características relacionadas con el tiempo

A partir de la representación gráfica de una onda, también es posible deducir magnitudes relacionadas con el tiempo. Estas son el periodo ( $T$ ), la frecuencia ( $f$ ) y la rapidez de propagación de la onda ( $v$ ).

¿Qué ventajas ofrece el uso de relaciones matemáticas en ciencias?  
¿Te resulta cómodo usarlas?

### Periodo ( $T$ )

Es el tiempo que tarda en producirse un ciclo. Según el Sistema Internacional (SI), se mide en segundos (s) y se puede expresar como:

$$T = \frac{\text{Tiempo}}{\text{Cantidad de ciclos}}$$

### Frecuencia ( $f$ )

Es la cantidad de ciclos que efectúa una onda por unidad de tiempo. Su unidad en el SI es el hertz (Hz), que corresponde a 1/s. La frecuencia puede expresarse como:

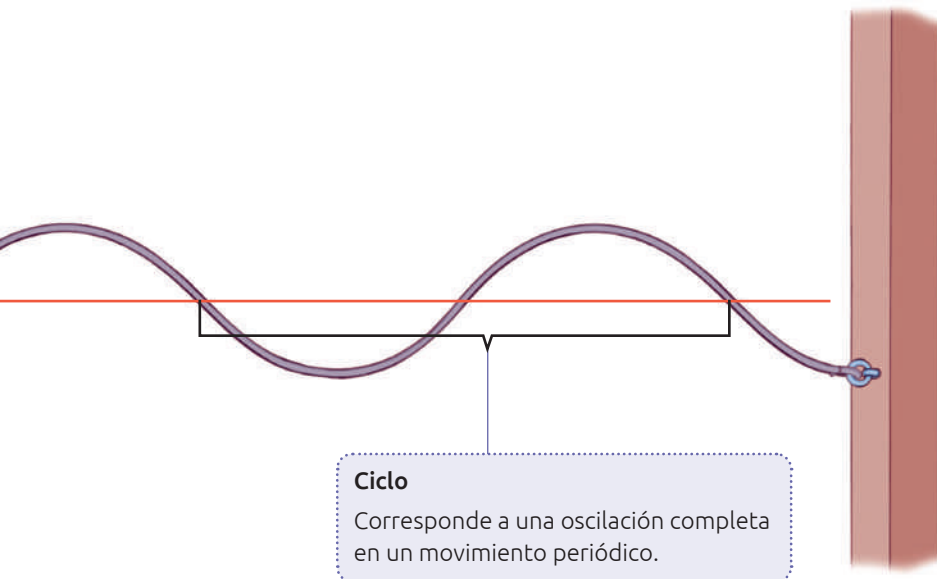
$$f = \frac{\text{Cantidad de ciclos}}{\text{Tiempo}}$$

$$\text{o bien, } f = \frac{1}{T}$$

### Rapidez de propagación ( $v$ )

Corresponde a la distancia que recorre la onda por unidad de tiempo. Permite relacionar la longitud de onda con la frecuencia o el periodo de la siguiente forma:

$$v = \lambda \cdot f \text{ o } v = \frac{\lambda}{T}$$



#### Ciclo

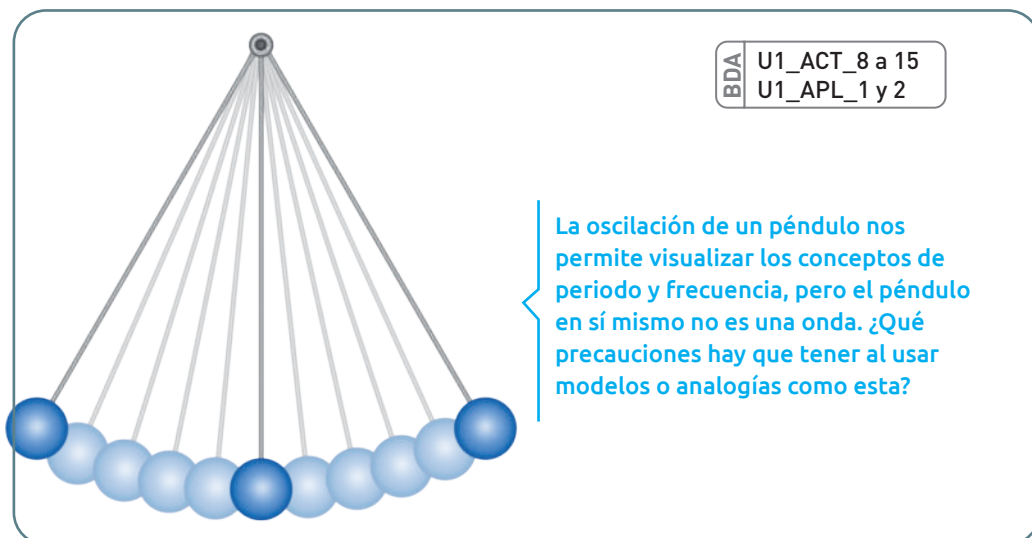
Corresponde a una oscilación completa en un movimiento periódico.



### Conecto con...

#### Matemática

¡Cuidado! Las expresiones matemáticas describen relaciones entre variables, pero a veces no reflejan toda la información sobre estas. Por ejemplo, la rapidez de propagación de una onda depende de la elasticidad del medio en que se propaga, no de su longitud, periodo ni frecuencia, aunque la expresión sugiera esto.



BDA U1\_ACT\_8 a 15  
U1\_APL\_1 y 2

La oscilación de un péndulo nos permite visualizar los conceptos de periodo y frecuencia, pero el péndulo en sí mismo no es una onda. ¿Qué precauciones hay que tener al usar modelos o analogías como esta?

## Fenómenos cotidianos en que se manifiestan las ondas

Las ondas, independientemente de sus características, pueden experimentar diversos fenómenos cuando interactúan con la materia.

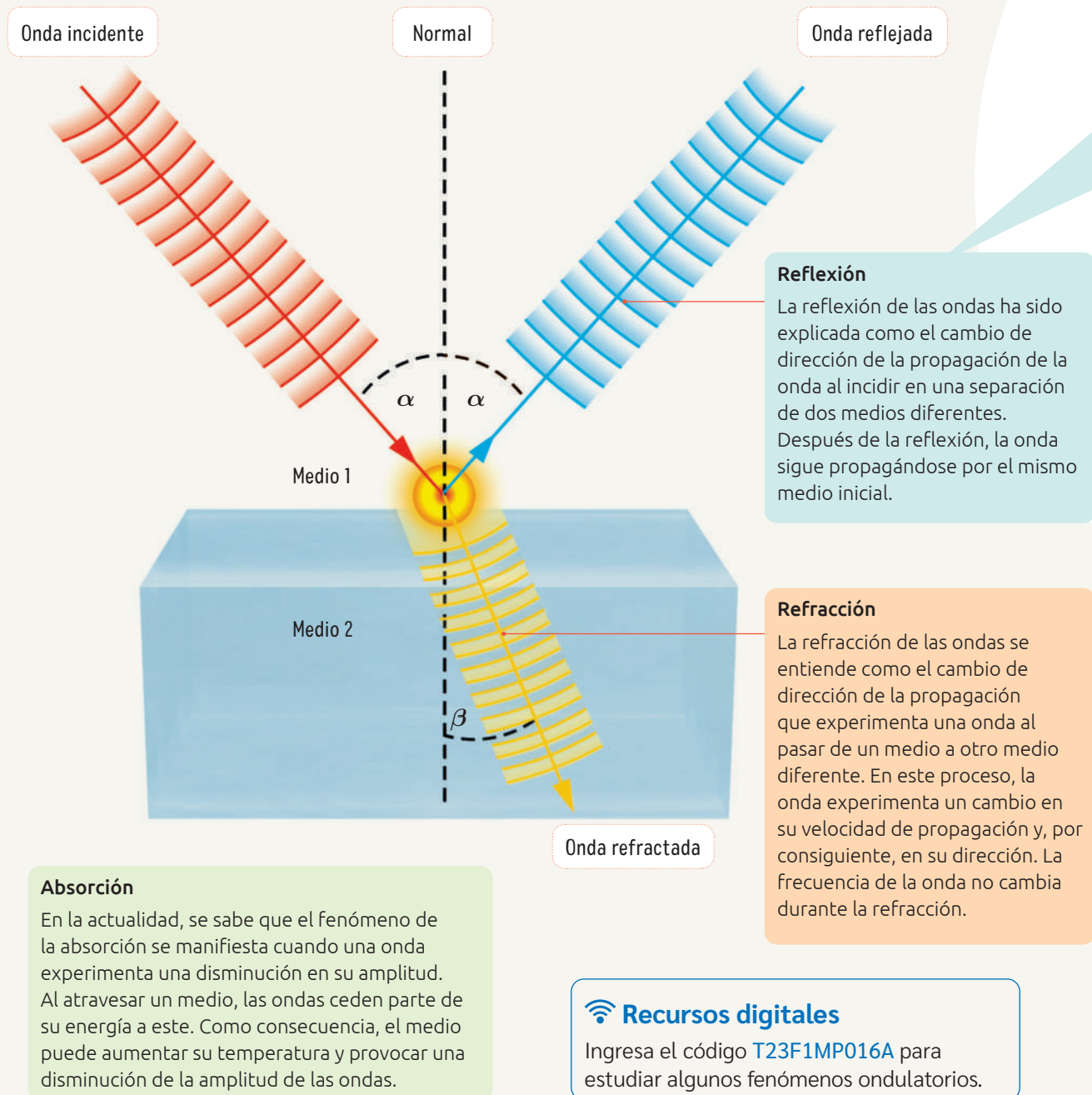
Veamos algunos de estos fenómenos, los cuales son comunes a todas las ondas, independientemente de su tipo.

¿Cómo se investigan científicamente los fenómenos ondulatorios en la actualidad?  
¿Cómo te imaginas que se investigaba estos fenómenos hace 50 o 100 años?

BDA U1\_ACT\_16

### Reflexión, refracción y absorción

A continuación, presentamos los elementos que nos servirán para estudiar geoméricamente los tres fenómenos.





El conocimiento científico es dinámico y tentativo, por lo que está en permanente construcción. ¿Qué motivará a la comunidad científica a seguir investigando sobre estos fenómenos ondulatorios?

### Ley de la reflexión

Basándose en la evidencia, la comunidad científica ha llegado a la conclusión de que cualquier onda puede reflejarse al encontrarse con un obstáculo o con la superficie que separa dos medios. Por ello, se ha establecido la ley de la reflexión, que postula:

- La onda incidente, la onda reflejada y el eje de la normal están en un mismo plano.
- El ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión son de igual medida.

Por ejemplo, la imagen formada en un espejo o el eco que se produce al reflejarse el sonido en un obstáculo son situaciones en las que se cumple la ley de la reflexión.

### Ley de la refracción

Se puede comprobar experimentalmente la refracción de las ondas electromagnéticas en la desviación de un rayo de luz al pasar del aire al agua o viceversa. Para otros tipos de ondas, como el sonido o las que se originan en el agua, se observa que la profundidad del agua determina un cambio en su amplitud y su longitud. No obstante, independiente del tipo de onda, la comunidad científica ha concluido que:

- La onda incidente, la onda refractada y el eje de la normal de ambos medios están en el mismo plano.
- Una onda, al pasar de un medio más refringente a otro menos refringente, se desvía y se aleja de la normal, y viceversa.

¿En qué se distingue una teoría de una ley?  
¿Qué se necesita para formular una ley científica?  
¿Es correcto afirmar que una es más válida que la otra? Discutan en parejas.

BDA U1\_ACT\_17

### ¡EN ACCIÓN! Trabajamos en el proyecto

#### FASE 2

Para avanzar en la investigación, respondan las preguntas que plantearon en la etapa inicial del proyecto. Luego, respondan:

- ¿Qué otras preguntas les surgen en este momento? ¿en qué temas te gustaría profundizar más? ¿por qué?
- ¿Algunos de estos fenómenos está presente en su problema de investigación? Justifiquen.

## Aprendiendo a formular una pregunta de investigación

Una **pregunta de investigación** es una pregunta que motiva, orienta y delimita un proceso investigativo. La pregunta nace de un problema o situación de interés y relaciona las variables de estudio de forma precisa y clara, sin ser demasiado general.

A continuación, te invitamos a formular una pregunta de investigación que te permita estudiar el fenómeno de la refracción de las ondas. Para ello, realiza lo siguiente:

¿Cuál es la importancia de hacer preguntas en ciencias? ¿Qué tanta costumbre tienes de hacerte preguntas?

PASO

### 1 → Define las variables de investigación

Al estudiar el fenómeno de la refracción, puedes medir y cuantificar diferentes variables, como el ángulo de incidencia, el ángulo de refracción, el índice de refracción de los medios. Además, cuando ocurre refracción, también ocurre reflexión, por lo que se puede estudiar el ángulo de reflexión. Define qué variables deseas investigar y cómo se relacionan entre sí. Recuerda que:

La **variable dependiente** es la condición cuyo comportamiento se ve afectado por la variable independiente. Es la condición que se mide u observa, y no es posible modificarla intencionalmente.

La **variable independiente** es la condición que se manipula de forma controlada, poniéndola a prueba y cuyo cambio podría o no afectar a la variable dependiente.

PASO

### 2 → Formula una posible pregunta de investigación

Decide qué es lo que quieres conocer acerca de las variables y formula una pregunta investigable. Para ello, considera que debe ser precisa y que no debe responderse con un sí, un no o un dato.

¿La pregunta que acabas de formular podría guiar la investigación de la Unidad? Discútelo con el equipo de trabajo.

PASO

### 3 → Evalúa la pregunta de investigación

Revisa que la pregunta cumpla con las siguientes características. Luego, reformúlala en caso de ser necesario.

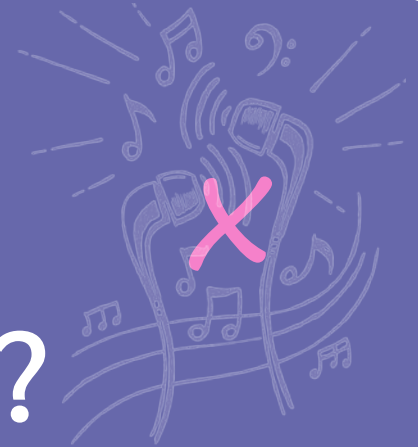
- F** > Factible
- I** > Interesante
- N** > Novedosa
- E** > Ética
- R** > Relevante

¿Se identifican las variables independiente y dependiente?

¿Es posible realizar pruebas, observaciones o contar con la información para resolverla?

¿La pregunta está planteada con claridad y sin ambigüedades?





## ¿CÓMO SERÍA UN MUNDO SIN ONDAS?

Solemos dar por sentadas tantas cosas en la naturaleza, que podríamos pasar toda la vida sin enterarnos de que existen. Y no hablamos del nacimiento de estrellas en otra galaxia o de interacciones subatómicas dentro de una batería. Nos referimos a cosas tan cotidianas, como escuchar música, mirarse al espejo, conversar o calentarnos las manos frente a una estufa.

Ninguno de esos ejemplos sería posible de no ser por un maravilloso fenómeno: las ondas. Se trata de vibraciones a través de la materia (o el vacío), que la perturban a la vez que transportan energía. Podríamos decir que es energía en movimiento y que, gracias a las ondas, todo el universo puede compartir energía de un lugar a otro.

*¿Qué pasaría si no existieran las ondas o si no se pudiera perturbar la materia o el vacío para transportar energía?*

En la mañana no se podría escuchar el despertador y la luz solar no entraría por la ventana para hacernos reaccionar. De hecho, no podríamos ver, todo estaría oscuro. Y puedes prender una linterna o una vela, pero ninguno producirá luz ni calor.

Queremos preparar algo caliente, pero es imposible: el fuego no funciona y tampoco hay electricidad.

Hay silencio por todos lados. No se escucha a los perros, a los pájaros ni a la gente. No se escuchan autos ni micros, y no se puede ver dónde cruzar. Tampoco se puede ver en qué color está el semáforo.

Si no ves nada por la oscuridad, *¿podrías usar algún tipo de visión nocturna?* Estas se basan en el calor, así que no funcionarían. *¿Y eso que hacen los murciélagos?* Podría emitir un sonido y esperar a que se reflejara... pero no, el sonido tampoco existe.

El mundo es oscuro, frío y silencioso. Es como si las ondas le dieran vida.

*¿De qué manera el conocimiento en torno a las ondas ha permitido el desarrollo de los aparatos tecnológicos mencionados en esta página? ¿En qué medida tu rutina diaria está influenciada por la ciencia y la tecnología?*

BDA U1\_ACT\_19

### ¡EN ACCIÓN! Trabajamos en el proyecto

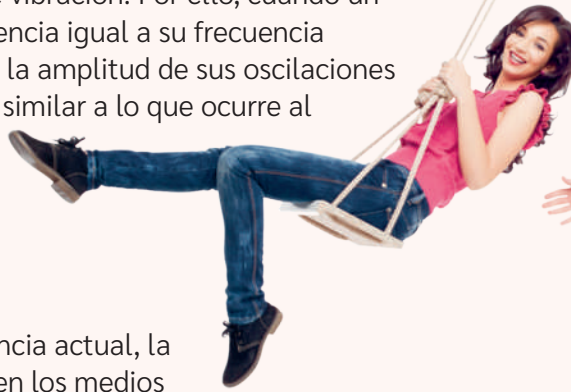
#### FASE 2

La ciencia nos permite construir conocimiento respecto de todo nuestro entorno. Ese conocimiento nace a partir de fenómenos –que no siempre son observables a simple vista– o a partir de la experimentación basada en ideas sobre qué es lo que está ocurriendo. ¿En qué medida su investigación permite construir conocimiento científico? ¿Se basa su investigación en observaciones o inferencias del mundo natural?, ¿por qué?

## Resonancia

En la actualidad, la comunidad científica ha concluido que los objetos (o sistemas oscilantes) poseen una o varias frecuencias naturales de vibración. Por ello, cuando un objeto vibra a una frecuencia igual a su frecuencia natural o a una de ellas, la amplitud de sus oscilaciones tiende a aumentar, algo similar a lo que ocurre al impulsar un columpio. Esto es lo que en física indica que un objeto ha entrado en **resonancia**.

De acuerdo con la evidencia actual, la resonancia se presenta en los medios materiales elásticos que han sido perturbados y, por consiguiente, vibran. Estas vibraciones actúan como focos emisores para hacer vibrar los alrededores. Si las vibraciones están en fase, se produce un efecto sumativo de la amplitud de la onda. Por lo tanto, transportan más energía. Dicho de otro modo, mientras mayor es la amplitud, mayor será la energía que transporta la onda.



### Gran idea de la ciencia

Si la amplitud de una onda representa la energía que esta posee, ¿qué ocurre con la energía de las ondas cuando experimentan resonancia?

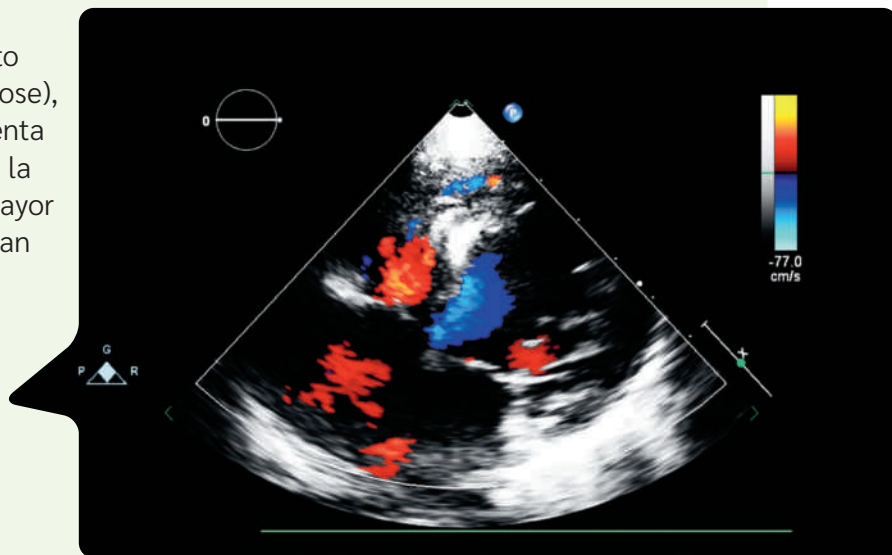
## Efecto Doppler

Probablemente has notado que las ondas sonoras se perciben diferentes según si la fuente que emite el sonido se aleja de ti o se acerca. También es probable que conozcas a alguien que se ha realizado una ecografía Doppler. Estas son solo algunas situaciones cotidianas en la que puedes experimentar este efecto, en honor al físico austriaco Christian Doppler. *¿De qué trata este fenómeno?*

Cuando una fuente emisora de ondas y un receptor de estas se encuentran en movimiento relativo entre sí (ya sea alejándose o acercándose), la frecuencia que percibe el receptor experimenta un cambio respecto a la frecuencia original de la fuente. Es así como la frecuencia se percibe mayor cuando la fuente emisora y receptora se acercan entre sí, y viceversa.

**El efecto Doppler permite realizar ecografías que obtienen imágenes del interior del cuerpo de gran detalle. ¿Qué impacto tiene una tecnología como esta en medicina?**

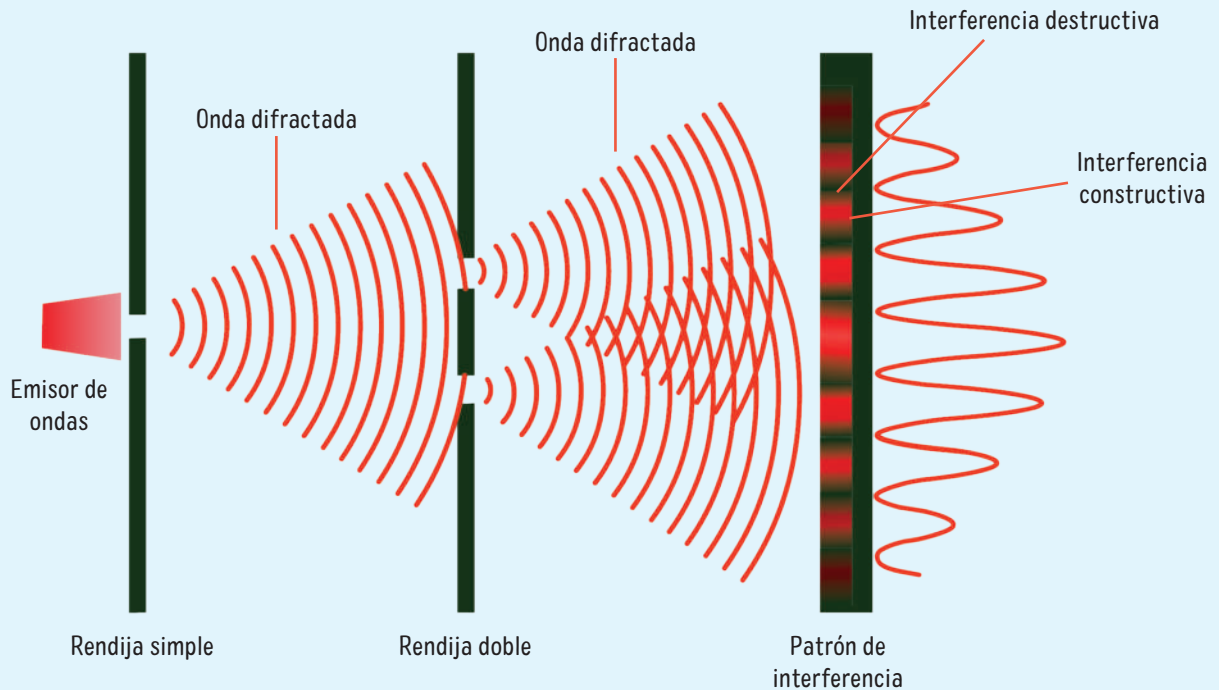
**En ciencias, es recurrente que un fenómeno reciba el nombre de quien lo descubrió o estudió. ¿Cómo este hecho influye en que el trabajo científico no sea percibido como el resultado de comunidades que colaboran entre sí?**





## Difracción e interferencia

Los fenómenos de interferencia y difracción suelen ocurrir juntos y, a veces, se usan indistintamente. En la siguiente representación, se muestra un experimento denominado “experimento de la doble rendija”. En él se puede apreciar que la onda se difracta en la rejilla simple y luego en la rejilla doble. Tras esto, las ondas difractadas interfieren al encontrarse y se produce un patrón con zonas de interferencia destructiva e interferencia constructiva.



### Recursos digitales

Ingresa los códigos [T23F1MP021A](#) y [T23F1MP021B](#) para aprender más sobre la difracción y la interferencia.

Podemos apreciar el fenómeno de difracción de las ondas cuando vemos objetos a través de una abertura o escuchamos sonidos de una habitación a otra. La interferencia de las ondas, por su parte, se puede apreciar en los colores de una burbuja de jabón. *¿En qué otras situaciones puedes observar estos fenómenos?*

BDA U1\_ACT\_20 y 21  
U1\_APL\_3

### Gran idea de la ciencia

La amplitud de una onda representa la energía que esta posee. ¿Qué ocurre con la energía de las ondas cuando experimentan interferencia constructiva o destructiva?

### Reflexiono sobre lo aprendido

- Tras haber estudiado la lección, ¿son tus ideas previas sobre las ondas consistentes con los conceptos propuestos por la comunidad científica?
- ¿Qué preguntas te surgieron durante la lección que quedaron pendientes de responder?, ¿de qué forma las responderás?
- ¿Cómo valoras el trabajo en equipo durante el desarrollo de la investigación? ¿Qué actitudes personales valoras positivamente y qué te gustaría mejorar?

## ¿Cómo se comporta el sonido?

### Exploro mis ideas

- ¿Cómo definirías el sonido utilizando el concepto de onda?
- ¿Cómo influye el sonido en tu día a día?
- ¿Qué relaciones existen entre la física, la ciencia y la música?

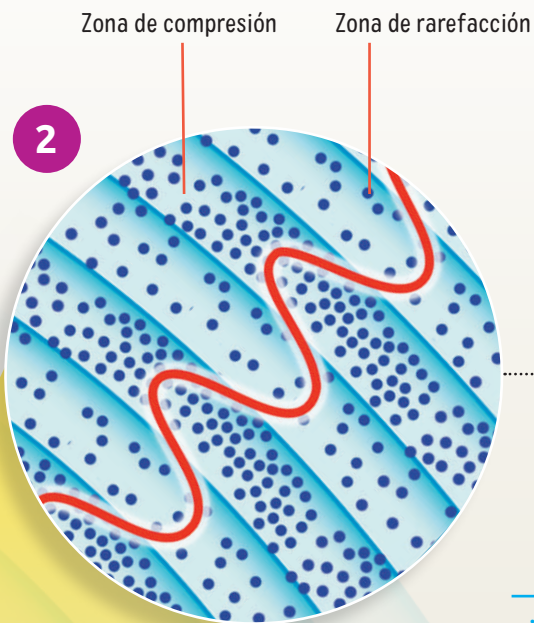
### ¿Qué es el sonido?

El sonido ha sido descrito por la comunidad científica como un conjunto de vibraciones que conforman una o varias ondas, las cuales se propagan a través de un medio material elástico hasta llegar a un receptor capaz de captarlas e interpretarlas. En este proceso interfieren varios factores, entre ellos: la fuente sonora, el medio de propagación y el receptor.



BDA U1\_ACT\_22





¿Qué rol cumple el conocimiento en torno a un fenómeno como el sonido en el desarrollo de instrumentos musicales? ¿Qué relación se establece entre ciencia y tecnología?

Por convención, en la representación frecuente del sonido, los valles corresponden a zonas de rarefacción y los montes a zonas de compresión. De esta forma, es posible visualizar y representar algunas cualidades de la onda sonora. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el sonido no es una onda transversal.

¿Cómo se logró saber sobre la existencia de las zonas de compresión y rarefacción de las ondas sonoras? ¿Quiénes y por qué habrán llegado a la convención de que los valles corresponden a zonas de rarefacción y los montes a zonas de compresión?

BDA U1\_ACT\_23 a 27

3

Estudiar las vibraciones de los materiales elásticos ha permitido crear diferentes instrumentos musicales y cuya combinación ha propiciado la creación de diversos estilos musicales. ¿Qué estilos musicales son de tu interés? ¿En qué actividades cotidianas compartes con tus amistades esos intereses musicales?



Conecto con...

Música

En la música, la física es fundamental para entender conceptos como frecuencia, tono, resonancia, reverberación y amplificación. También se utilizan los principios físicos del sonido para lograr ciertos efectos, como la reducción del ruido de fondo.

- 1 Para que un cuerpo u objeto emita sonido, debe producirse en él algún tipo de **vibración** que se propague en un **medio elástico**, como el aire o el agua. El cuerpo actúa como **fente sonora**, y desde él se propagan las **ondas sonoras**.
- 2 La vibración se transmite como una serie de **compresiones** y **rarefacciones** (descompresiones), formando así una onda longitudinal.
- 3 La vibración del cuerpo se transmite a las partículas cercanas, las cuales también empiezan a vibrar y van transmitiendo esta vibración a las partículas circundantes.

El sonido corresponde a la fluctuación continua entre máximos y mínimos de una onda. Por lo tanto, no es "algo" que viaja desde la fuente, sino que es la vibración misma de las partículas del medio que se propagan desde la fuente.

¿Podría existir el sonido si no hay quien lo perciba, es decir, un receptor? Discutan en parejas. ¿Cómo te sientes compartiendo tus puntos de vista con las y los demás?

## ¿Qué cualidades permiten distinguir un sonido de otro?

Los sonidos que escuchamos los podemos describir de forma subjetiva: agradables, ruidosos, armoniosos, etc. Sin embargo, en ciencias se han establecido ciertas cualidades, relacionadas con variables medibles de la onda sonora, que permiten distinguir y describir diferentes sonidos. Estas cualidades no son totalmente independientes entre sí, pero se pueden estudiar por separado, tal como se menciona a continuación.

Un músico entrenado puede diferenciar muy bien las características del sonido, así como un artista plástico puede utilizar y diferenciar muy bien los tonos del color. ¿Consideras que habilidades como esta requieren de un talento natural o que cualquiera podría aprenderlas?

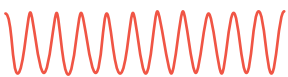


### Tono

Según estudios, la frecuencia de una onda sonora determina el tono de un sonido: agudo, medio o grave. Un sonido con una frecuencia alta es más agudo que otro sonido con menor frecuencia y viceversa.

El bajo eléctrico y el bombo de la batería suelen tener mayor presencia en las frecuencias graves; las guitarras y la voz, en las frecuencias medias, y los platillos de la batería, en las frecuencias agudas.

#### Sonido agudo



#### Sonido grave



### Timbre

En la realidad, los sonidos suelen ser más complejos que una onda, pero pueden descomponerse en una serie de sonidos más sencillos (los "armónicos" del sonido). El timbre de un sonido se relaciona con la composición armónica de un sonido. Cada fuente sonora presenta una composición característica que nos permite diferenciar una fuente de otra al escucharlas.

BDA U1\_ACT\_28 y 29

Existen cantantes con voces características y reconocibles. Del mismo modo, podemos reconocer los instrumentos que están sonando en la música gracias a los diferentes timbres de cada fuente sonora.

### Gran idea de la ciencia

Como seres humanos tenemos la capacidad para reconocer y diferenciar diferentes timbres de voz. ¿Qué ventaja evolutiva posee esta habilidad?

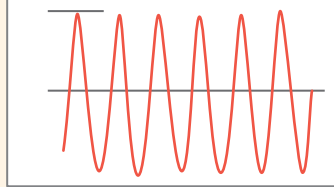


## Intensidad

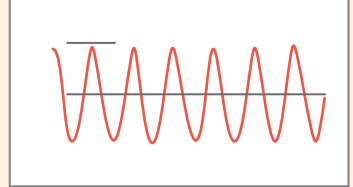
Actualmente sabemos que la amplitud de la onda sonora se relaciona con la intensidad de un sonido y con su energía. Esta característica permite diferenciar sonidos “fuertes” o “débiles” y se mide en decibeles.

Los micrófonos y amplificadores permiten emitir sonidos con mayor intensidad, pues amplifican la onda sonora.

Sonido fuerte



Sonido débil



BDA U1\_ACT\_30 a 34  
U1\_APL\_4

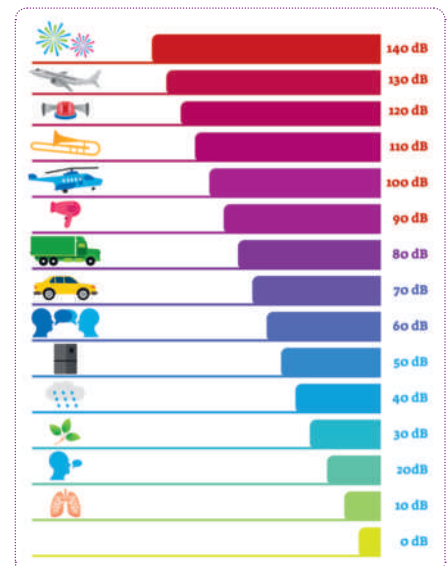
¿Sabes tocar algún instrumento musical?  
¿Cómo aprendiste? Si no sabes tocar un instrumento, ¿te gustaría aprender? ¿Qué instrumentos son de tu interés?

## Niveles de intensidad sonora

Para cuantificar la intensidad, se utiliza la noción de nivel de intensidad sonora, cuya unidad de medida es el decibel (dB). Cabe destacar que la escala de medición del nivel de intensidad sonora es logarítmica. Para las y los seres humanos, en general, el umbral mínimo de audición es de 0 dB, mientras que el umbral máximo o de dolor es de 120 dB.

¿Qué decisiones podemos tomar a partir de esta información?

La **contaminación acústica** se refiere al exceso de sonido ambiental que afecta negativamente a la salud y el bienestar de las personas, interfiriendo con las actividades cotidianas y causando molestias o daños auditivos. Por su parte, el ruido es un sonido no deseado o molesto que puede interferir con el descanso o las actividades cotidianas, y que a menudo se percibe como perturbador.



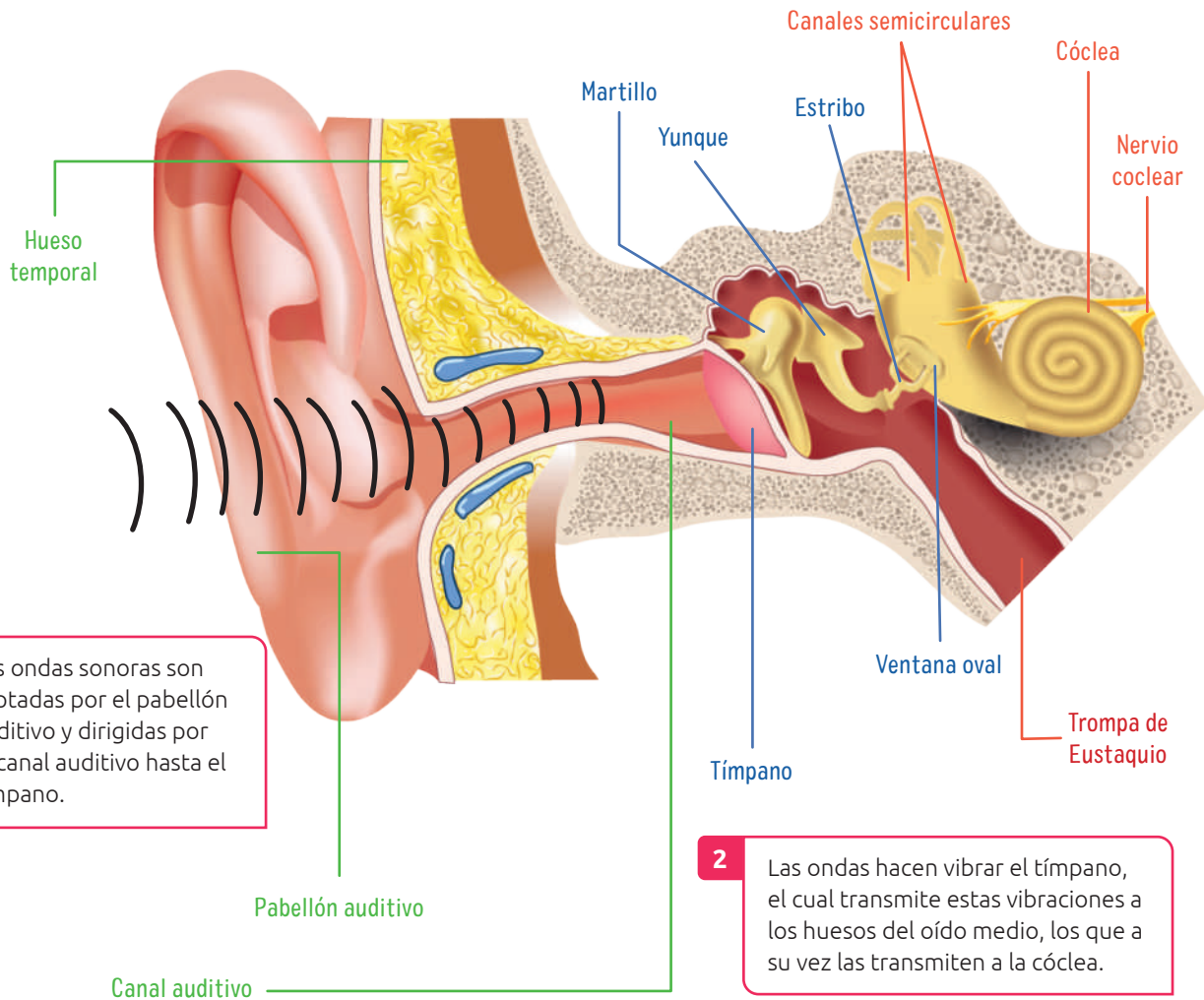
## ¿Cómo percibimos el sonido las personas?

Como seres humanos podemos percibir el sonido gracias a un órgano especializado para ello: el oído. Los oídos transforman una onda mecánica (sonido) en una señal eléctrica (impulsos nerviosos) mediante una serie de complejos procesos que duran solo una fracción de segundos. Por ello, se suele utilizar un modelo simplificado para explicar la percepción del sonido, tal como el que se presenta a continuación.

¿En qué puede ayudar investigar y conocer el funcionamiento de los diferentes órganos de nuestro cuerpo?, ¿por qué? Piensa en tres aplicaciones.

**3** Dentro de la cóclea se encuentran las células ciliadas, las cuales transforman las vibraciones recibidas en señales electroquímicas.

**4** Las señales producidas viajan por el nervio auditivo hasta el cerebro, donde son interpretadas y se produce la percepción de sonido.



**1** Las ondas sonoras son captadas por el pabellón auditivo y dirigidas por el canal auditivo hasta el tímpano.

**2** Las ondas hacen vibrar el tímpano, el cual transmite estas vibraciones a los huesos del oído medio, los que a su vez las transmiten a la cóclea.



## Problemas de audición y tecnologías correctivas

Muchas de las disfunciones auditivas se relacionan con daños al interior de la cóclea, en particular, de las células ciliadas. Antiguamente, las sorderas asociadas a daños en el oído interno se encontraban fuera del alcance de la medicina. Sin embargo, hoy es cada vez más usual utilizar dispositivos tecnológicos que permiten corregir diferentes problemas de audición, como la hipoacusia, sordera o anacusia.

Existen personas sordas que optan por no utilizar tecnología correctiva. Se sienten parte de la comunidad sorda y consideran que su condición no es algo que debe ser "corregido". ¿Por qué es importante el respeto a la autonomía y la identidad de las personas?

### Hipoacusia

Pérdida moderada de la audición que dificulta la percepción de sonidos de una intensidad inferior a unos 40 a 70 dB, dependiendo del caso. Puede presentarse por desgaste natural debido a la edad, exposición a ruidos fuertes, lesiones en parte de la estructura del oído u otras causas. Esta disminución de la capacidad auditiva puede compensarse con el uso de audífonos.

### Sordera

Pérdida profunda de la audición que dificulta la percepción de sonidos inferiores a 100 dB, lo que en la práctica supone no poder percibir la gran mayoría de sonidos del ambiente a excepción de aquellos de muy elevada intensidad. Esta disminución de la capacidad auditiva puede compensarse con el uso de un implante coclear o uno osteointegrado, según el caso.

### Anacusia

Incapacidad total de la percepción de sonidos, producto de factores genéticos o enfermedades o lesiones graves. Puede tratarse con implantes u otros tratamientos dependiendo del caso.

Un audífono para personas sordas capta las ondas sonoras recogidas por un micrófono y, usando energía eléctrica, amplifica la señal recogida, la que luego es transmitida al oído mediante la bocina del aparato.

Un implante coclear posee un micrófono que capta los sonidos del exterior y los transforma en señales eléctricas que se envían a la parte interna del implante. Esta parte está fijada al cráneo, donde un microprocesador decodifica y envía una señal eléctrica que estimula el nervio auditivo.



BDA U1\_ACT\_35

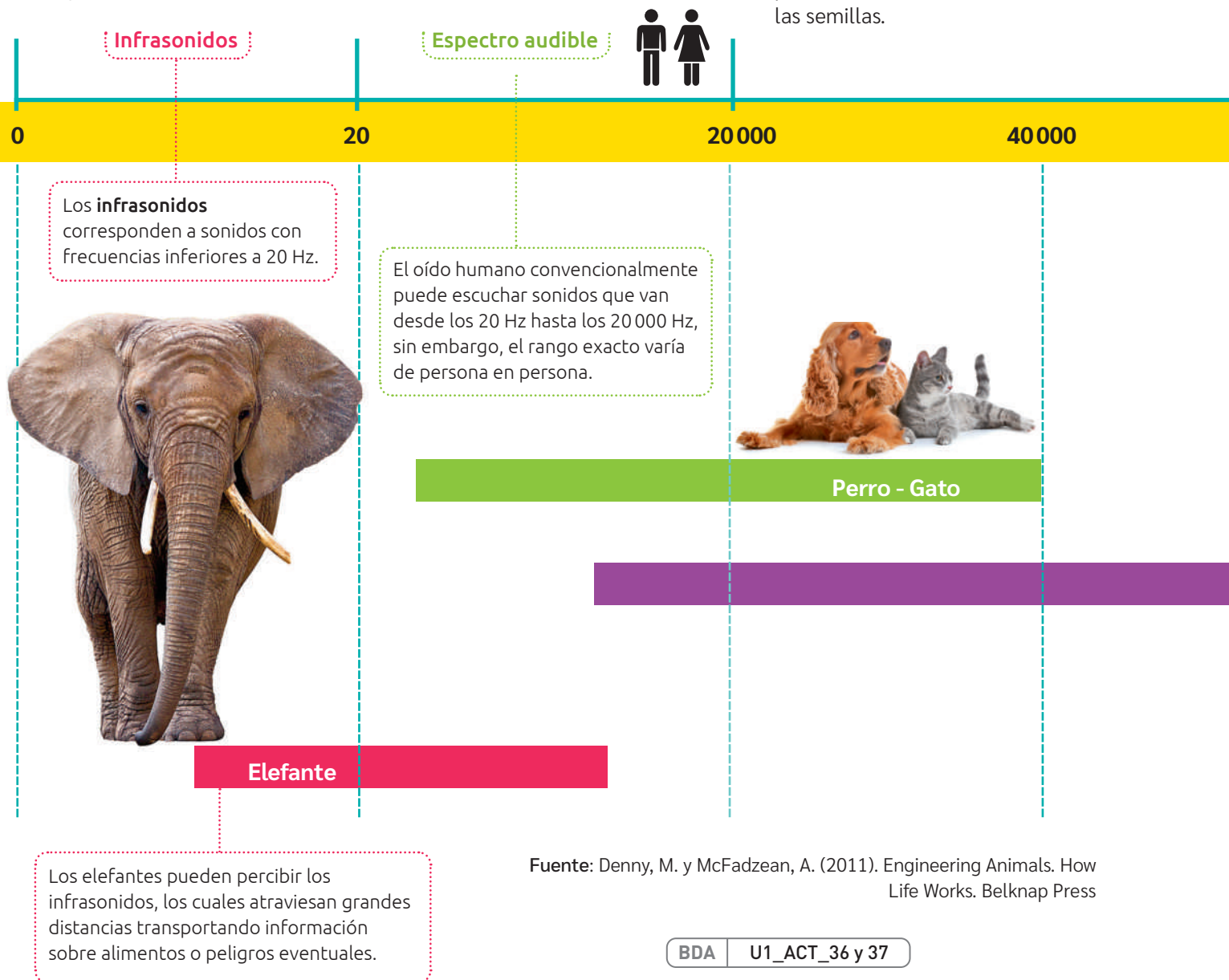
La ciencia y la tecnología son ámbitos que se impactan mutuamente, pero no son lo mismo. En este caso, ¿distingues en qué consiste la diferencia? ¿Será correcto afirmar que la tecnología está al servicio de la ciencia o viceversa? Fundamenta.

## Espectro auditivo e impacto de la contaminación acústica en ecosistemas

Si bien existen diferencias entre la capacidad auditiva de las personas, actualmente se estima que una persona joven y cuya audición se encuentra en perfectas condiciones puede detectar sonidos entre los 20 Hz y 20 000 Hz. Sin embargo, en la naturaleza, no todos los animales perciben el mismo rango de frecuencia. Esta diferencia en la frecuencia audible la comunidad científica la ha denominado espectro audible.

### Conecto con... Biología

La contaminación acústica puede afectar significativamente el equilibrio de los ecosistemas. Por ejemplo, puede provocar la alteración de los patrones de alimentación, de apareamiento o de migración y perturbar la polinización y la germinación de las semillas.



### Gran idea de la ciencia

¿Cómo pueden verse afectados por la contaminación acústica los animales que utilizan la ecolocalización para comunicarse y orientarse?



Lo que acontece en el mundo o en un país en particular influye en las investigaciones que realiza la comunidad científica. ¿Cómo el impacto del ruido sobre la vida marina ha motivado el estudio de indicadores que midan y entreguen evidencia de dicho impacto?

Ultrasonidos

Frecuencias (Hz)

Los **ultrasonidos** corresponden a sonidos con frecuencias superiores a 20 000 Hz.



Murciélago - Delfín



## Contaminación acústica, un peligro para la vida submarina

**Susannah Buchan** es una oceanógrafa inglesa a quien desde pequeña le fascinaron las ballenas. En nuestro país se ha dedicado al estudio de la vida marina en el Archipiélago de Humboldt y cómo se ve afectada por los altos niveles de contaminación acústica.

Susannah declara que su preocupación mayor no es el ruido de un barco en el oído de una ballena, sino el tráfico marítimo constante. Existen proyecciones científicas que indican que sobre los 25 años de exposición al ruido aumentan los niveles de estrés fisiológico, enmascaran sus comunicaciones e impiden sus actividades diarias, como la alimentación. Si estamos hablando de más ruido en una zona de alimentación, estamos hablando de que finalmente los animales pueden abandonar esa zona y, por ende, alterar los ecosistemas y las interacciones. Por ello, apremia la toma de decisiones con respecto al proyecto minero-portuario Dominga. La oceanógrafa es enfática en mencionar que la evaluación de impacto del ruido sobre los mamíferos marinos que hizo la empresa no es un estudio científico basado en evidencias, sino que una recopilación de literatura, por lo que no permite dimensionar el daño efectivo en el ecosistema marino y sus especies. Si bien el 2021 hubo aprobación del Proyecto Dominga en Coquimbo, en enero del 2023 fue **rechazado** por el Comité de Ministros.

**Fuente:** Jaque, J. (5 de octubre de 2021). Susannah Buchan, científica: “Dominga puede destruir un laboratorio natural único en el mundo”. [www.theclinic.cl](http://www.theclinic.cl)

**Fuente:** Comité de Ministros rechaza proyecto minero Dominga (13 de noviembre de 2023). <https://radio.uchile.cl>

### ¡EN ACCIÓN! Trabajamos en el proyecto

FASE 2

¿Su problema de investigación considera temas relacionados con contaminación acústica, es decir, con cómo el sonido puede afectar negativamente en un ambiente y a los seres vivos, incluyéndonos? Si es así, ¿qué les gustaría encontrar o plantear sobre el problema investigado? Si no es así, ¿cuál es el problema que buscan profundizar y qué esperan encontrar?





## Aplicaciones tecnológicas de las ondas sonoras

En la Antigüedad, seres humanos imitaban el sonido de los otros animales y de la naturaleza con su propia voz. Luego, con elementos que tenía a su disposición, comenzó a elaborar instrumentos que le permitieron emitir sonidos un poco más elaborados hasta llegar a la fabricación de los primeros instrumentos musicales.

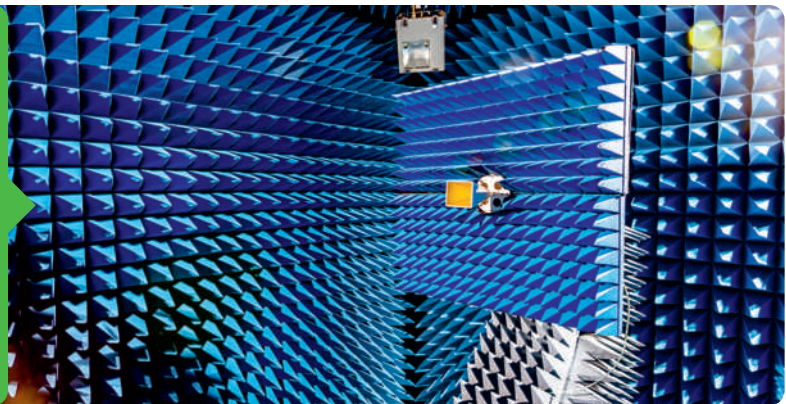
¿De qué manera se evidencia que la tecnología utiliza el conocimiento científico para crear productos útiles para los seres humanos?

Sin embargo, los instrumentos musicales no son la única aplicación de las ondas sonoras. En la actualidad y gracias a la investigación y su aplicación para el desarrollo de soluciones a diferentes problemas o la invención de nuevos procedimientos o innovaciones, se han creado diversas aplicaciones tecnológicas del sonido. A continuación, algunos ejemplos.

BDA U1\_ACT\_43

### Cámara anecoica

Son salas diseñadas para aislar los sonidos del exterior y absorber en su interior de prácticamente la totalidad de las reflexiones de ondas sonoras o electromagnéticas. Por ello, en su interior se siente un silencio pronunciado. Estas salas permiten realizar pruebas de altavoces, micrófonos y otros dispositivos.



### Estetoscopio

Aparato acústico utilizado para oír sonidos internos del cuerpo. Permite percibir sonidos de baja frecuencia (como los de los pulmones) y de alta frecuencia (como el latido cardíaco).



### Ecógrafo

Dispositivo que permite obtener imágenes a partir de ultrasonidos para observar tejidos y órganos internos.



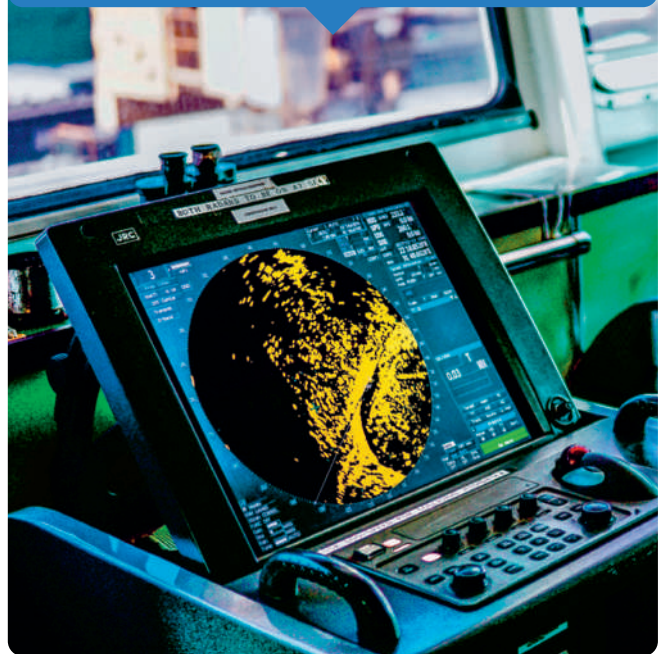
### Limpieza dental con ultrasonido

Actualmente los dentistas utilizan un instrumento cuya punta vibra a gran velocidad. Este aparato emite vibraciones ultrasónicas que destruyen el sarro de los dientes, mientras un chorro de agua se encarga de limpiar la zona del sarro que se va desprendiendo durante la limpieza.



### Sonar

Técnica que utiliza ondas sonoras bajo el agua para fines de navegación, comunicación o detección de objetos o suelo marino. Su uso es frecuente en embarcaciones militares, civiles o científicas. Emplea ondas de diversa frecuencia, aunque las ondas ultrasónicas suelen ser las más habituales.



### Cuchillo ultrasónico

El ultrasonido también se utiliza como cuchillo para cortar distintos alimentos de forma perfecta, como quesos, embutidos o tortas. Su uso también mejora la viscosidad de alimentos, como la mayonesa o la salsa de tomate.



Tecnologías como el sonar son útiles en diferentes ámbitos, pero pueden degradar ecosistemas marinos introduciendo contaminación acústica en ellos. ¿Cómo este tipo de tecnologías podrían usarse de forma ética para producir el menor impacto ambiental?



## Fenómenos cotidianos que experimentan las ondas sonoras

Hoy sabemos que, cuando una onda sonora interactúa con la materia, pueden producirse distintos fenómenos comunes en las ondas, tales como reflexión, refracción, absorción, difracción, interferencia, entre otros. Estos fenómenos pueden producirse al mismo tiempo o mezclados unos con otros, tal como estudiaremos a continuación.



El sonido puede **reflejarse** y **absorberse** en las superficies con las que se encuentra.

Las distintas superficies absorberán frecuencias diferentes y, por lo tanto, las ondas reflejadas tendrán características e intensidades diferentes a la onda original.



Si el lugar es cerrado y no posee una absorción adecuada, como ocurre en las iglesias, se producirán **múltiples reflexiones** que darán la sensación de “alargar” el sonido original, lo que corresponde a la **reverberación**. El efecto es más pronunciado si el lugar tiene gran tamaño.



Dependiendo de la geometría y características del espacio donde se produce un sonido, sus **reflexiones** pueden percibirse de forma distinta.

Si el lugar es abierto y tiene obstáculos lejanos, como ocurre en una montaña, las reflexiones se pueden percibir de forma separada del sonido original, percibiéndose sonidos “repetidos” en forma de **eco**.





Dos ondas sonoras iguales pueden **interferir** entre ellas, cancelándose o amplificándose. Esto puede producir una disminución o un aumento del volumen del sonido, según sea el caso.

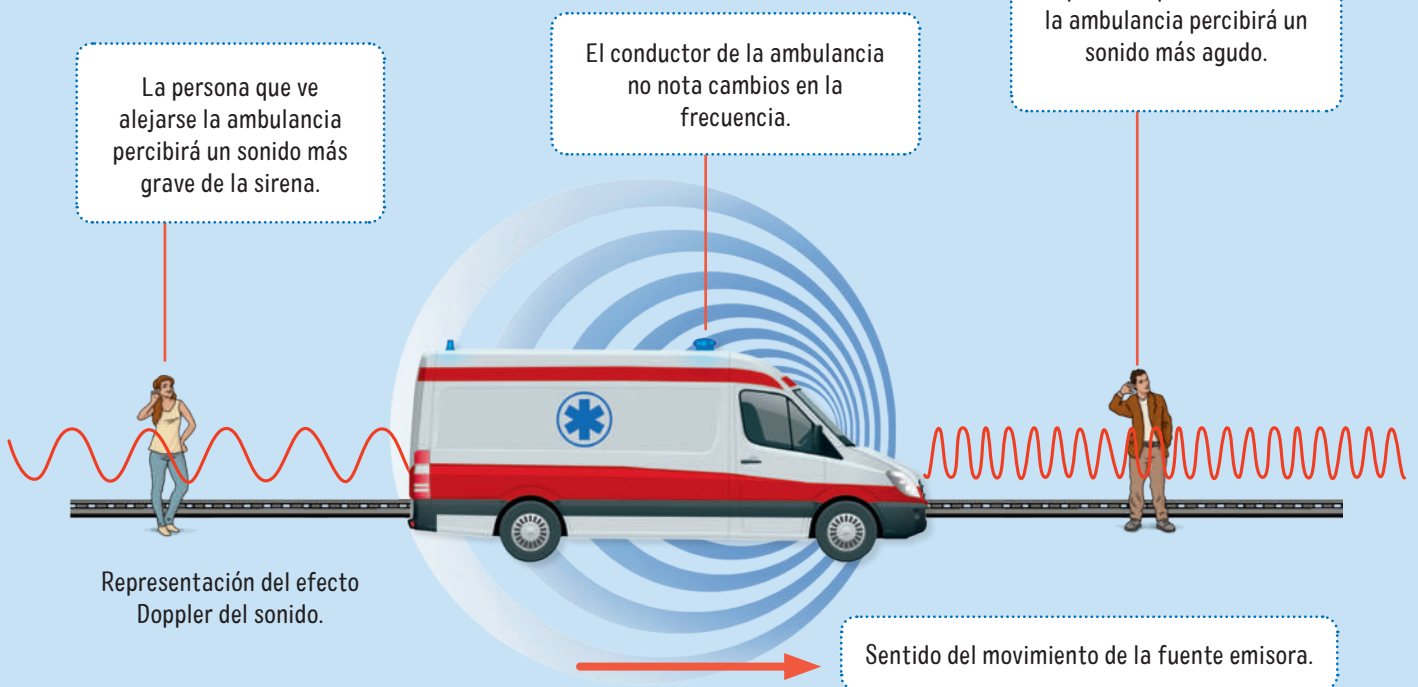
Algunos audífonos de cancelación activa de ruido utilizan este fenómeno para reducir el sonido del exterior.



Cuando un objeto vibra y su frecuencia coincide con la frecuencia natural de otro objeto que se encuentra cerca, este segundo objeto comenzará a vibrar debido al fenómeno de **resonancia**, aunque no estén en contacto directo. Por lo tanto, con la frecuencia adecuada y con la intensidad suficiente, podría romperse una copa de cristal usando ondas sonoras.

Cuando una fuente sonora se mueve respecto a un receptor (o viceversa), la frecuencia del sonido que el receptor percibe es distinta a la original, lo que se conoce como efecto Doppler.

BDA U1\_ACT\_46 a 48



## Aprendiendo a planificar un diseño experimental

**Planificar un diseño experimental** consiste en elaborar un procedimiento que involucra una secuencia de pasos a través de los cuales se recoge evidencia. Esto, con el propósito de dar respuesta a una pregunta de investigación o poner a prueba una hipótesis.

A continuación, te invitamos a retomar el Taller de habilidades de la página 18 y planificar un diseño experimental que permita responder la pregunta de investigación formulada. Para ello, realicen estos pasos:

PASO

### 1 → Establece los objetivos de la investigación

Los objetivos planteados permitirán orientar la investigación. Estos se relacionan con la pregunta de investigación y las variables en estudio.

Formulen un objetivo general y al menos dos objetivos específicos. Pueden guiarse por preguntas como las siguientes: *¿Qué esperamos estudiar? ¿Qué fenómeno pretendemos responder? ¿Cuáles son nuestras metas? ¿Qué queremos lograr con nuestra investigación?*

#### Recursos digitales

Ingresar el código **T23F1MP034A** para aprender a formular objetivos en una investigación.

PASO

### 2 → Define etapas y actividades a realizar

Elaboren un procedimiento en el que incluyan una lista de las acciones que deberán realizar para llevar a cabo su investigación, además de los plazos y responsables de cada una de ellas. Para ello, consideren lo siguiente: *¿Qué materiales o recursos necesitan? ¿De cuánto tiempo disponen? ¿Con cuánta gente trabajarán? ¿Qué variables medirán y cómo, cuándo y por qué lo harán? ¿Cuál es el grupo de estudio y el grupo de control? ¿Cómo registrarán la información? ¿Cómo distribuirán las tareas?*

Recuerden que siempre es posible que surja la necesidad de modificar el procedimiento.

Si otro grupo intenta responder la misma pregunta de investigación, ¿creen que considerarían realizar el mismo procedimiento? Y si aplicaran el mismo procedimiento, ¿creen que llegarían a los mismos resultados?

PASO

### 3 → Ejecuta el plan de investigación

Reúnan los materiales necesarios y realicen el procedimiento según lo planificado.

Si surgen obstáculos durante la investigación o experimentación, pueden replantear o rediseñar el procedimiento. Recuerden llevar un registro detallado de sus actividades, hallazgos, resultados y métodos. Para ello, puede ser útil llevar una bitácora de la investigación.

¿De qué manera el trabajo realizado en este Taller contribuye en el desarrollo del proyecto de la Unidad?  
¿Qué tanta motivación sienten para llevar a cabo ese proyecto?

Recuerda que la reutilización y el reciclaje responsable de los materiales son prácticas esenciales para promover la sostenibilidad y minimizar el impacto medioambiental. ¿De qué manera pueden llevar a cabo este taller para que sea más sostenible para el medioambiente?



## Esculturas eólicas y sonoras en el desierto

**E**n pleno desierto de Atacama, en el límite entre las regiones de Arica y Tarapacá, se elevan dos esculturas de base metálica de cinco metros de altura, que representan a dos momias de la cultura Chinchorro. Una escultura representa a una mujer con referencias a la fertilidad y la otra a un hombre con diseños alusivos a la pesca, principal actividad del pueblo Chinchorro.

Los artistas nacionales **Paola Pimentel** y **Jhonny Vasquez** crearon estas esculturas “eólicas”, capaces de unirse e interactuar con los fuertes vientos del lugar. Poseen una estructura interna de tubos metálicos que silban cuando el viento pasa por ellas. Este silbido ocurre por el mismo motivo que suena cualquier instrumento de viento: los modos de vibración del aire dentro del tubo.

Al respecto, la pareja de artistas comentó que primero debieron armar el esqueleto y llevarlo al lugar para terminar la obra allí. Jhonny se encargó de todos los cálculos matemáticos de los modos de vibración y Paola dirigió a soldadores de Arica para unir los tubos.



Las esculturas permiten visibilizar y potenciar la apreciación de esta cultura en la zona y a nivel nacional. Este tipo de iniciativas fueron las que, en 2021, lograron que las momias Chinchorro fueran declaradas Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO.

**Fuente:** Expediente Chinchorro (22 de noviembre de 2017). Reportaje Momias Chinchorro. *Revista Avianca*.

¿Qué emociones o sensaciones te evoca saber de las momias de la cultura Chinchorro? ¿Por qué no serán tan conocidas como las egipcias?

BDA U1\_ACT\_49 a 51

### Reflexiono sobre lo aprendido

Luego de lo aprendido en la lección, responde:

- ¿Es similar tu concepción del sonido con la definición propuesta por la comunidad científica?
- ¿De qué manera lo que has aprendido durante la lección ha cambiado tu relación con el sonido y tu audición?
- ¿Qué otras preguntas sobre el sonido te surgen en este momento? ¿En qué aspectos de este tema te gustaría profundizar?



## Analizar, discutir y elaborar conclusiones

**FASE 3**

Una vez recolectados los datos en su investigación, el siguiente paso es la organización y el análisis de los resultados. Algunas preguntas que pueden motivar su análisis y discusión de los datos:

- ¿Qué significan los resultados obtenidos? ¿Cómo explicarían dichos resultados?
- ¿El procedimiento de investigación se desarrolló adecuadamente? ¿Hubo errores o imprevistos en alguna parte del proceso?
- ¿Los resultados obtenidos fueron los esperados? ¿Qué dicen otras investigaciones acerca de su tema?
- ¿Qué cosas mejorarían si repitieran su investigación?

Finalmente, elaboren las conclusiones de su proyecto, resuman sus principales hallazgos y reflexionen acerca del proceso. Para elaborar la conclusión, pueden guiarse por preguntas como las siguientes:

- ¿Qué dicen los resultados y por qué?
- ¿Se lograron los objetivos propuestos inicialmente?
- ¿Es posible responder la pregunta de investigación?
- ¿Qué dificultades se presentaron? ¿Cómo se podrían evitar en una siguiente investigación? ¿Cuáles son las proyecciones de la investigación?

El resultado de una investigación es evidencia en la medida que permite explicar el fenómeno estudiado. ¿Sabían que quienes investigan destinan mucho tiempo en generar datos, sin embargo, solo una parte de estos son utilizados como evidencias? ¿Es este su caso? Analícenlo.

## Comunicar los hallazgos

**FASE 4**

Existen diferentes instancias y formas en las cuales pueden dar a conocer su experiencia e investigación. Pueden comunicar sus resultados en alguno de los siguientes formatos:

- Informe, artículo o resumen del proyecto
- Presentación oral de la investigación
- Póster o panel de exposición

Al inicio de la Unidad, propusimos el desafío de publicar la investigación en una revista científica escolar. *¿Creen que ya están en condiciones de hacerlo?* Revisen las bases de la postulación y realicen los ajustes necesarios para cumplir con dicho desafío.

¿Cuál es la importancia de comunicar los resultados de una investigación al resto de la comunidad? ¿Qué impacto puede tener una investigación si sus resultados no son compartidos?

### Recursos digitales

Ingresa el código **T23F1MP036A** para conocer las bases para publicar en una revista científica escolar.

**BDA | U1\_ACT\_52**

## Sonidos de ALMA

En 2017, las antenas del radiotelescopio ALMA se apuntaron a la nebulosa de Orión, a 1500 años luz de la Tierra, para detectar las ondas electromagnéticas de radiación que producían las nubes de polvo y gas que la forman y estudiar la composición de la nebulosa.

Pero ¿qué sucedería si se utiliza la tecnología para “traducir” esas ondas de miles de millones de Hertz de frecuencias a un rango entre los 20 y los 20 000 Hertz? Pues estarían en un rango audible por el ser humano. Es decir, los datos obtenidos por ALMA ya no son solo gráficos, tablas e imágenes, también pueden representarse como sonidos.

Un equipo multidisciplinario desarrolló este proyecto, denominado **Sonidos de ALMA**. Este trabajo ha permitido interpretar datos de fuentes cósmicas con un sentido diferente: el oído. Además, se ha transformado en una

iniciativa para que realizadores de todo el mundo puedan componer, compartir y crear una comunidad unida en torno a los sonidos del universo.

Fuente: Del Campo, J. (7 de enero de 2017). *Sonidos de alma: música y astronomía más cerca que nunca*. [www.arcos.cl](http://www.arcos.cl)

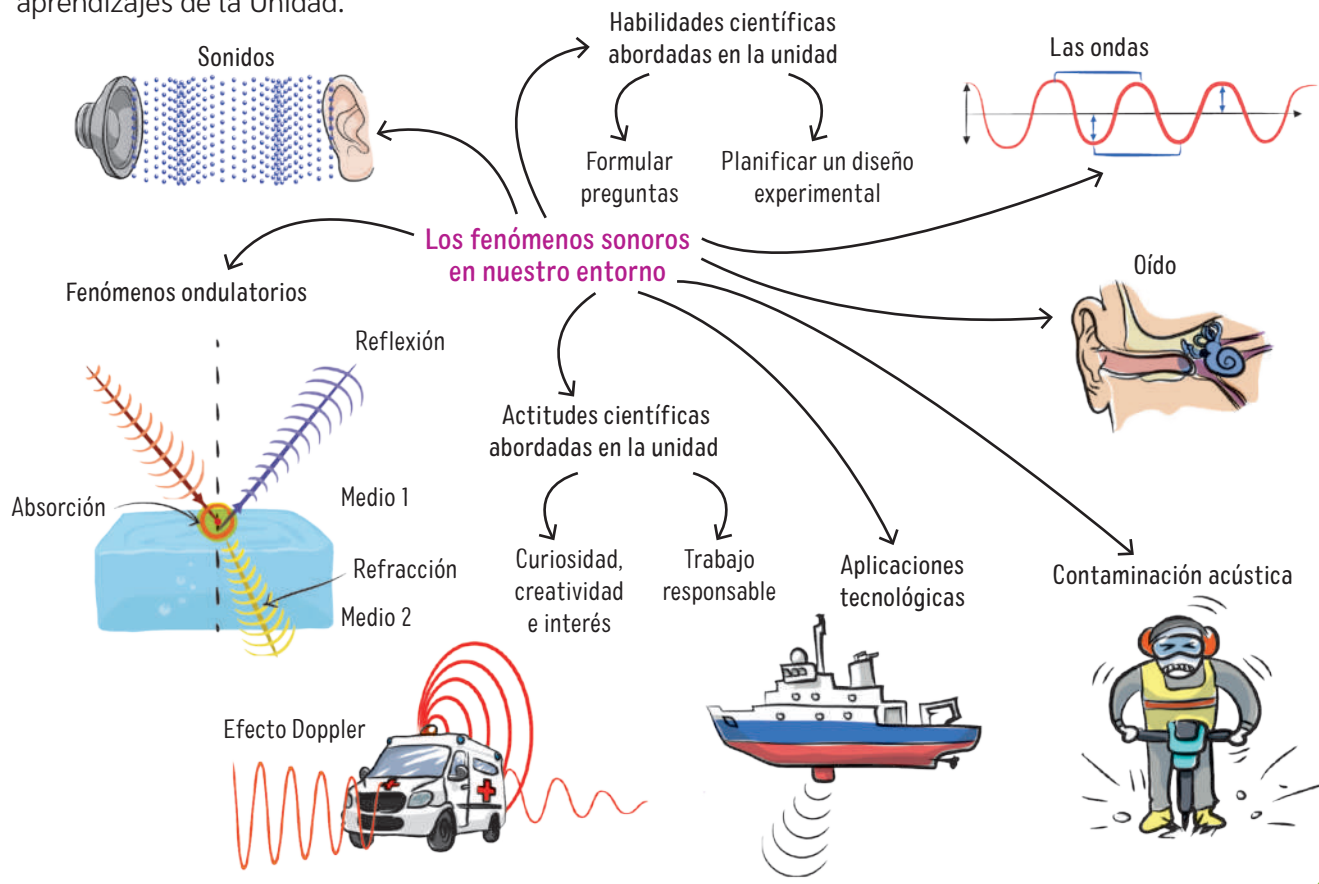
Este proyecto fusiona la música con la astronomía. ¿Qué opinas sobre mezclar el arte con la ciencia? ¿En qué te basas para responder?

Los sonidos de este proyecto son creados usando herramientas digitales. ¿Qué piensas respecto de que la música creada por instrumentos físicos podría quedar obsoleta? Argumenta.



A continuación, se muestra un mapa mental que resume los principales aprendizajes de la Unidad.

BDA U1\_ACT\_53 a 55







→ Observatorio del Teide, España.



→ Observatorio ALMA, Chile.





# La luz y su aplicación en astronomía



📍 Observatorio ALMA, ubicado en el desierto de Atacama, Chile.



➔ Observatorios de Mauna Kea, Hawái.

Desde la Antigüedad, el estudio del universo se realiza a partir de observaciones, inferencias, imágenes y datos obtenidos del entorno. En la actualidad, por ejemplo, se estudia el universo mediante las imágenes y datos que se capturan en los observatorios a través de distintos tipos de radiaciones: ondas de radio, microondas, infrarrojo, luz visible, ultravioleta, rayos X y rayos gamma. Esto explica el esfuerzo para desarrollar nuevas técnicas o instrumentos que permitan extraer el máximo de información del universo a partir de imágenes.

El norte de Chile es considerado por la comunidad científica como un lugar privilegiado para la astronomía. Por esa razón, instituciones y gobiernos extranjeros han instalado en Chile sus equipos de investigación astronómica para estudiar el universo.

Reflexiona en torno a estas preguntas:

- ¿Sabes qué se investiga concretamente en Chile sobre el universo?
- ¿Cómo se entera la comunidad local y global de los hallazgos científicos sobre luz y astronomía que se realizan en Chile?
- ¿Qué conocimientos científicos se utilizan al momento de investigar sobre astronomía?
- ¿Cuál es el impacto científico, social y ambiental de construir nueva infraestructura astronómica? ¿Existe alguna relación entre el aumento de la inversión astronómica extranjera y la productividad científica nacional en este ámbito?

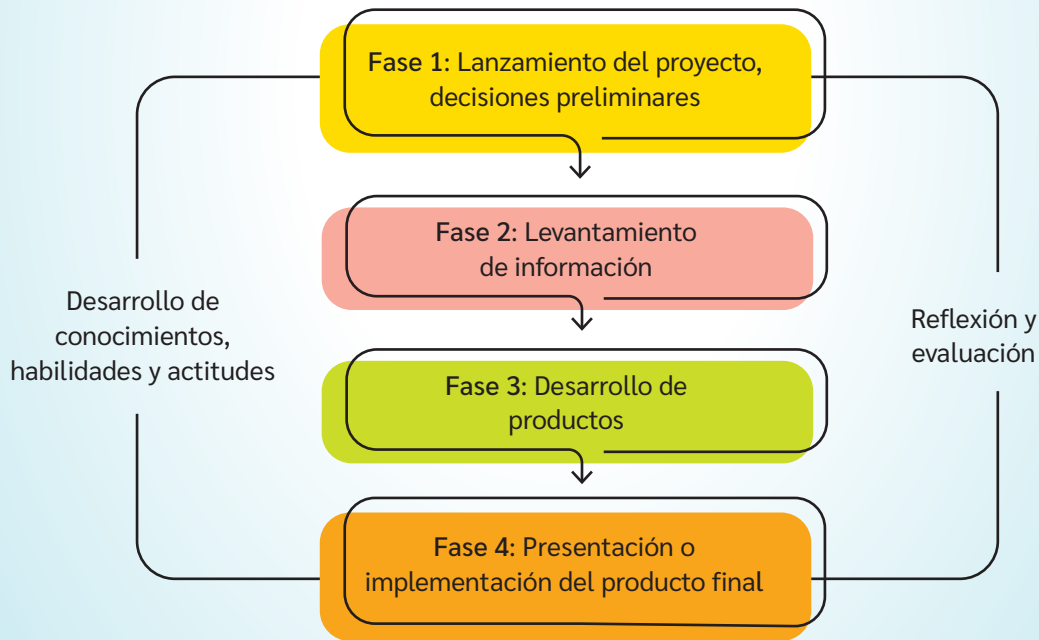
En esta Unidad, responderás diversas preguntas relacionadas con las aplicaciones de la luz para la investigación astronómica y el desarrollo del conocimiento científico en esta área. Para ello, trabajarás desde el **Aprendizaje Basado en Proyectos**. En esta metodología, el aprendizaje se logra por medio de la realización de un producto que contribuya a abordar una necesidad, un desafío o un problema de la comunidad.

¿Qué experiencias has tenido en la realización de proyectos? ¿Qué te gustaría lograr con esta metodología? Propón una meta. Al finalizar, podrás evaluar si la cumpliste.

Te proponemos formar un grupo de trabajo y realizar un proyecto que responda la siguiente **pregunta guía**:

**¿Cómo lograr que la comunidad local o escolar se vea beneficiada por la investigación científica sobre luz y astronomía?**

Las siguientes fases te orientarán para el desarrollo de un proyecto exitoso.



Fuente: Larmer, J., Mergendoller, J. y Boss, S. (2015). *Setting the Standard for Project-Based Learning. A Proven Approach to Rigorous Classroom Instruction*. Virginia, EE.UU.: ASCD. (Adaptación).

**Te invitamos a** revisar los contenidos de esta Unidad para que vayas construyendo poco a poco el **proyecto**.

## FASE 1

**¡En acción!  
Trabajamos en  
el proyecto**

Para tomar las decisiones preliminares del proyecto, reflexionen a partir de la pregunta guía. Luego, elaboren acuerdos considerando las preguntas que se detallan más abajo. Tengan presente que esta tarea puede tomar bastante tiempo y que muchas preguntas aún no tendrán respuesta, por lo que deben desarrollarla con calma y atención.

¿Qué van a hacer en el proyecto?

BDA U2\_ACT\_2 y 3

¿Qué otras preguntas o problemas les gustaría abordar con el proyecto?

¿Qué aporte entrega el proyecto a la comunidad?

¿Por qué es importante que desarrollen el proyecto?

¿Qué necesitan saber para realizar el proyecto?

¿Quiénes podrían participar en el desarrollo del proyecto?

¿Cuánto tiempo destinarán a la realización del proyecto?

¿Con quién van a compartir el producto final?

¿De qué manera evaluarán las diferentes fases del proyecto?

En las siguientes páginas podrás descubrir diferentes problemáticas interesantes de abordar en el proyecto. Además, podrás encontrar más información para desarrollar las siguientes fases del proyecto.



## ¿Qué investigaciones se realizan para conocer sobre la luz?

### Exploro mis ideas

- ¿Qué es para ti la luz? ¿Cómo la definirías?
- ¿Qué piensas cuando escuchas el concepto “fenómeno luminoso”?
- ¿Crees que la comunidad científica ya conoce todo respecto de la luz o aún hay nuevas cosas por descubrir?

## Teorías científicas para explicar la naturaleza de la luz

BDA U2\_ACT\_4 y 5

Para explicar la naturaleza de la luz, han ido surgiendo diversas teorías a medida que se descubren nuevas evidencias.

Por ejemplo, en la antigua Grecia, Platón creía que nuestros ojos emitían pequeñas partículas de luz que viajaban hasta los objetos. Aristóteles, su discípulo, consideraba que los objetos eran los que emitían vibraciones que, al llegar hasta nuestros ojos, nos permitían verlos. Sin embargo, no fue sino hasta fines del siglo XVII que comenzó el debate con sustento científico y teórico respecto de la naturaleza de la luz.

Las teorías científicas son un marco conceptual que permiten explicar fenómenos y suelen ser la base para ciertas leyes con capacidad predictiva. ¿Piensan que una teoría es más válida que otra para un mismo fenómeno? Discutan en parejas.

### Teoría corpuscular de la luz

En 1675, el filósofo natural inglés **Isaac Newton** propuso la **teoría corpuscular de la luz**. En ella, postulaba que la luz era un flujo de pequeñísimas partículas sin masa (corpúsculos), emitidas por fuentes luminosas, que se movían en línea recta y con gran rapidez. Gracias a esto y según su teoría, eran capaces de atravesar los cuerpos transparentes, lo que permitía ver a través de ellos. Por el contrario, ante los cuerpos opacos, los corpúsculos rebotan e impedían observar detrás de ellos.

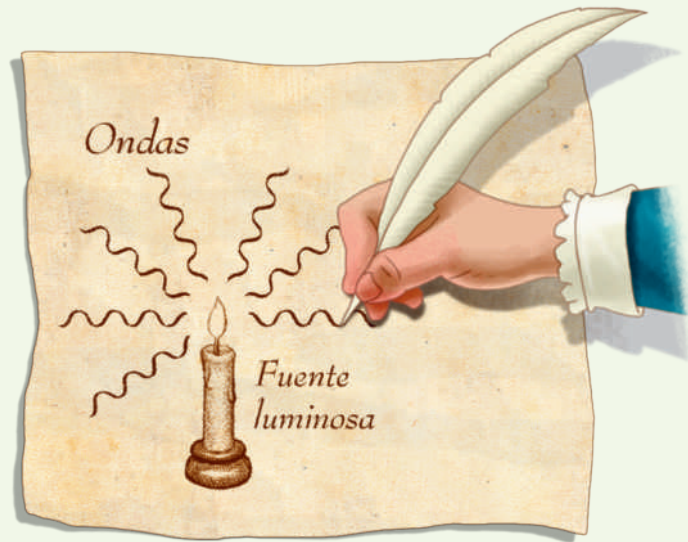
Esta teoría explicaba con éxito la propagación rectilínea de la luz, el fenómeno de la refracción y de la reflexión, pero no los fenómenos de la interferencia y la difracción.



## Teoría ondulatoria de la luz

En la misma época, el neerlandés **Christian Huygens** postuló una teoría totalmente diferente a la de Newton para explicar la naturaleza y el comportamiento de la luz: la **teoría ondulatoria de la luz**. Esta postulaba que la luz emitida por una fuente estaba formada por ondas, que correspondían al movimiento específico que sigue la luz al propagarse a través de un medio insustancial e invisible llamado éter. Además, indicaba que la rapidez de la luz disminuía al penetrar en el agua. Con ello, explicaba y describía la refracción y las leyes de la reflexión.

En sus inicios, esta teoría no fue considerada debido al prestigio de Newton. Pasó más de un siglo para que fuera tomada en cuenta. Se la sometió a pruebas a través de los trabajos del médico inglés **Thomas Young**, sobre las interferencias luminosas, y del físico francés **Auguste Jean Fresnel**, sobre la difracción. Como consecuencia, quedó de manifiesto que su poder explicativo era mayor que el de la teoría corpuscular.



¿Qué factores crees que influyeron para que la propuesta de Newton fuera más aceptada que la de Huygens?

Entonces, **¿QUÉ ES LA LUZ?**

BDA U2\_ACT\_6

Durante el siglo XIX, la comunidad científica destinó sus esfuerzos a comprender la naturaleza de la luz, entre ellos, el inglés James Clerk Maxwell y el alemán Heinrich Hertz con la teoría electromagnética de la luz: el alemán Max Planck con la teoría de los cuantos o el francés Luis de Broglie con la teoría mecánica ondulatoria, entre otros.

La ciencia de hoy admite que la luz puede comportarse como una onda y también como una partícula. ¿Cómo es posible esto? A nivel subatómico, las partículas pueden tener un comportamiento dual, es decir, en determinadas condiciones pueden actuar como una onda y, en otras, como una partícula.

La teoría que da cuenta de esto es la teoría dual o teoría onda partícula. No fue propuesta por una persona en particular, sino que representa la síntesis de siglos de observaciones, de inferencias, de evidencias y de teorías respecto de la luz.

El conocimiento científico es el resultado del trabajo, con mayor o menor grado de colaboración, de comunidades científicas. ¿Por qué crees que necesariamente el conocimiento científico se vuelve un trabajo colaborativo? ¿Cómo se ve reflejado esto en la concepción de la naturaleza de la luz?

### 📶 Recursos digitales

Ingresa el código T23F1MP043A para ver un video sobre la teoría dual de la luz.

¿En qué lugares vivían los científicos mencionados en estas páginas? ¿Creen que eso implica necesariamente que en otros lugares no se hacía ciencia?

¿Cómo afecta el contexto sociocultural al rol de la mujer en la ciencia?

## Aprendiendo a elaborar y usar modelos

Un **modelo** es una representación simplificada de un fenómeno o proceso. Por lo tanto, usar un modelo consiste en elaborar, seleccionar y ajustar representaciones para describir, explicar o analizar fenómenos.

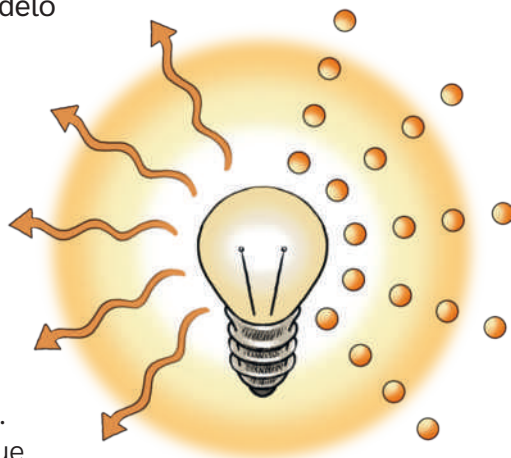
En esta oportunidad, la invitación es a elaborar un modelo para explicar la naturaleza de la luz.

PASO

### 1 → Definan lo que van a modelar

Si tuvieran que representar gráficamente alguna teoría sobre la naturaleza de la luz, ¿cuál seleccionarían?, ¿cómo lo harían?, ¿podrían esas representaciones considerarse modelos que permitan explicar estas teorías?, ¿por qué?

Compartan sus ideas y definan lo que van a modelar y lo que esperan explicar con ese modelo. Por ejemplo, en la imagen se observa el modelo que da cuenta de la teoría dual de la luz.



¿Cómo usarían este modelo para explicar la teoría dual de la luz?

PASO

### 2 → Diseñen el modelo

Piensen en lo que van a modelar y definan el modelo más pertinente para ello.

Elaboren un boceto de su modelo y, con ello, un listado de los materiales o herramientas que van a utilizar. Cada integrante puede elaborar su propio boceto y compartirlo para llegar a consensos. También pueden comenzar con una lluvia de ideas para construir en conjunto el boceto.

Los modelos pueden ser fórmulas, dibujos, diagramas, esquemas o maquetas, entre otros. Para su construcción, se requiere conocimiento, imaginación y creatividad. ¿Qué modelo construirán ustedes? ¿Por qué escogieron ese y no otro?

PASO

### 3 → Usen el modelo

Expongan sus modelos al resto del curso. Comparen y discutan sobre las explicaciones realizadas por cada grupo. Luego, discutan en torno estas preguntas:

- ¿Qué relación se puede establecer entre los modelos y la realidad?
- ¿Cuál es la importancia de los modelos para el desarrollo del conocimiento científico? ¿En qué medida estos modelos dan cuenta de cierto fenómeno?
- ¿Creen que los modelos pueden experimentar cambios?, ¿por qué?
- Si hubiesen realizado el modelo de forma individual, ¿creen que sería más completo que el conseguido en grupo? ¿Refleja este hecho que el conocimiento científico es el resultado del trabajo de comunidades que colaboran?, ¿por qué?



## TECNOLOGÍA 5G ¿es un peligro para la salud humana?

Los campos electromagnéticos son regiones en las cuales se presenta energía originada por la emisión de radiación electromagnética invisible para el ojo humano. Existen campos electromagnéticos ionizantes (de alta radiación) y no ionizantes (de baja radiación).

La diferencia entre estos dos campos es muy importante en términos de salud: en los tejidos humanos, por ejemplo, la radiación ionizante en dosis altas se asocia con un aumento del cáncer, tal como ocurre con la exposición prolongada a la radiación UV y el cáncer de piel.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó en 2006 un artículo científico en que se analizaban los posibles daños relacionados con las tecnologías inalámbricas. En este artículo se concluía que “no hay ninguna prueba científica convincente de que las señales de radiación procedentes de las estaciones de base y de las redes inalámbricas tengan efectos adversos en la salud”.

Sin embargo, en los años siguientes, se han realizado diversas investigaciones al respecto que incluso han llevado a este organismo a relativizar sus conclusiones y tomar una postura cautelosa respecto del tema.

¿De qué manera se evidencia el dinamismo y la tentatividad de la ciencia en el estudio de la radiación electromagnética?

El conocimiento científico es dinámico y puede modificarse a la luz de nueva evidencia. ¿Por qué los conceptos científicos están en permanente revisión? ¿En qué otros ámbitos científicos, además de la salud humana, ocurrirá esta revisión permanente de conceptos? Fundamenta.

### Gran idea de la ciencia

Los seres vivos utilizan la luz para existir y responder al medioambiente. ¿Podrían, entonces, verse afectados por esta radiación? ¿Crees que deberían existir organismos como la OMS para el cuidado de los seres vivos?

Fuente: Flores, J. (2 de mayo de 2022). ¿Es peligroso el 5G para la salud? [www.nationalgeographic.com](http://www.nationalgeographic.com)

### ¡EN ACCIÓN! trabajamos en el proyecto

#### FASE 2

Las telecomunicaciones son una de las áreas que se han visto favorecidas por el conocimiento científico sobre el espectro electromagnético.

A su vez, el desarrollo de instrumentos astronómicos también se debe, en parte, a este conocimiento científico.

A partir de lo anterior y pensando en el proyecto, ¿de qué manera se evidencia la relación que existe entre ciencia y tecnología? ¿Cómo podrías abordar esta relación en el proyecto? ¿Cuál es tu postura frente a los usos que se le da a la radiación electromagnética? ¿En qué te basas para adoptar esa postura? Discute con tu equipo de trabajo.

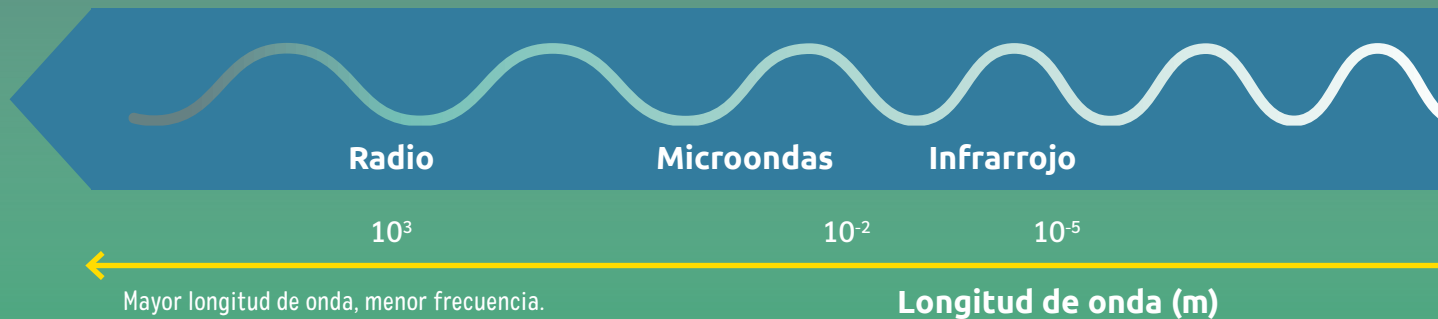
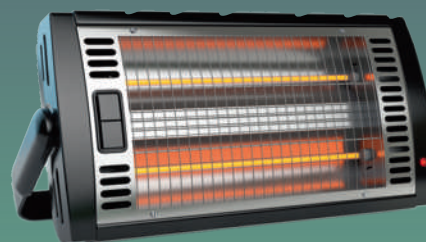
# El espectro electromagnético

Durante los siglos XVII y XVIII, los fenómenos asociados a la electricidad y el magnetismo fueron estudiados como eventos totalmente separados. Sin embargo, a principios del siglo XIX, se obtuvo evidencia de que los fenómenos magnéticos y eléctricos están relacionados, lo cual impulsó nuevas investigaciones que permitieron describir lo que se conoce como espectro electromagnético. Es decir, la clasificación de las ondas electromagnéticas en función de su energía y radiación.

**Ondas de radio:** ondas de menor energía. Son utilizadas para transmitir señales de radio y televisión.



**Rayos infrarrojos:** están asociados a la transferencia de calor por radiación. Se utilizan en controles remotos y calefactores.



← Mayor longitud de onda, menor frecuencia.

Longitud de onda (m)

↑ El diagrama del espectro electromagnético no está a escala.

## 📶 Recursos digitales

Ingresa el código T23F1MP046A para ver un vídeo sobre el espectro electromagnético.

BDA U2\_ACT\_8 y 9

**Microondas:** debido a su frecuencia, pueden calentar alimentos. Además, son utilizados en telefonía y en la transmisión de señales de Internet.



Las ondas electromagnéticas no surgen gracias a la tecnología. Es la tecnología la que aprovecha el conocimiento científico para diseñar sus aplicaciones. ¿Qué otras aplicaciones de las ondas electromagnéticas puedes mencionar?

Observa atentamente a tu alrededor, ¿a qué ondas electromagnéticas te expones diariamente? Menciona algunos ejemplos.

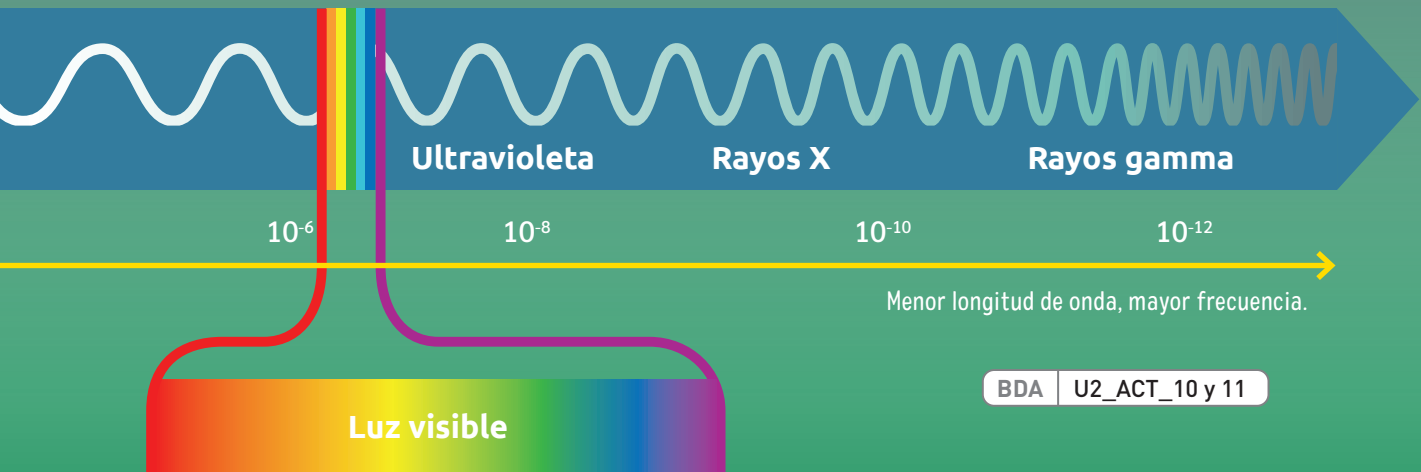
### Conecto con... Biología

La radiación electromagnética tiene efectos significativos en los ecosistemas, como la salud de los seres vivos, los ciclos biológicos, la orientación y migración de las especies animales, y el clima y el medioambiente.

**Rayos ultravioleta:** estimulan la producción de vitaminas en algunos seres vivos, sin embargo, pueden provocar cáncer de piel.



**Rayos X:** debido a su energía, pueden atravesar los tejidos blandos del cuerpo.



**Luz visible:** porción del espectro que puede ser percibida por el ojo humano. Parece blanca, pero está compuesta por la mezcla de los colores del arcoíris.



**Rayos gamma:** ondas con mayor energía. La exposición masiva a esta radiación es nociva para los seres vivos.





## Experimentos para medir la rapidez de la luz

El valor de la rapidez de la luz ha sido un tema sujeto a grandes conjeturas. De hecho, el debate en torno a este tema comenzó con discusiones filosóficas que no estaban acompañadas de pruebas experimentales. Recién en el siglo XVII, en pleno apogeo de la revolución científica, se registraron los primeros experimentos.

BDA | U2\_ACT\_12



El primer experimento del que se tiene registro data de 1629. El neerlandés Isaac Beeckman se propuso observar el reflejo del fogonazo de un cañón en un espejo situado a 1,6 km de distancia y medir el tiempo que la luz tardaba en llegar del cañón al espejo y reflejarse. Sin embargo, solo se tiene registro del experimento ideado, pero no de los resultados ni de las conclusiones.

Utilizando la misma idea de Beeckman, en 1638, el italiano Galileo Galilei intentó medir la rapidez de la luz haciendo que dos hombres con linternas se subieran a dos montañas separadas a una distancia de 8 kilómetros. El experimento consistió en hacer que uno de ellos destapara la luz en dirección al segundo y que este, en respuesta, destapara su luz orientada hacia al primero. De este modo, se podría medir el tiempo que demoraba la luz en recorrer los 16 km y, con ello, calcular la rapidez. ¿Qué resultados crees que obtuvo? La verdad es que este experimento no permitió obtener un resultado numérico, ya que la luz viaja tan rápido que parece imposible medir el tiempo que demora en reflejarse.

Para medir con mayor exactitud la rapidez de la luz, debió pasar tiempo y tuvieron que converger tres factores: el telescopio, los satélites de Júpiter y una medición exacta del tiempo.

Todo comenzó cuando Galileo dirigió su telescopio a Júpiter y observó que este tenía 4 objetos

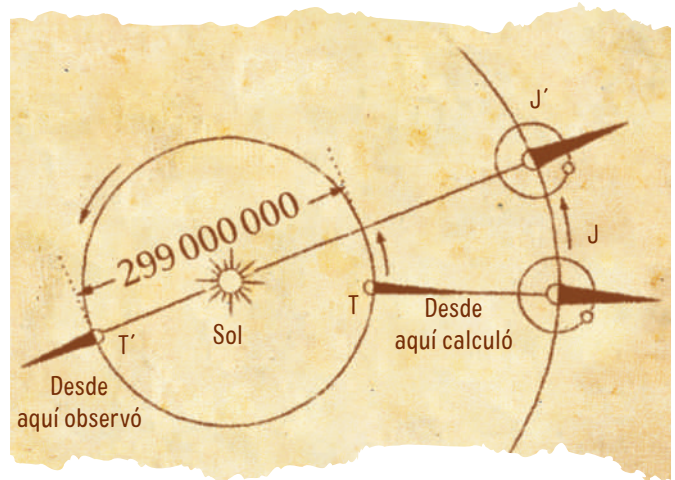
¿Qué faltó para que Galileo pudiera determinar la rapidez de la luz? ¿Cómo este hecho da cuenta de que la ciencia y la tecnología son campos que se impactan mutuamente?

orbitando. Esos objetos, ahora denominados satélites, aparecían y desaparecían de su observación con un determinado periodo. Galileo buscaba predecir el momento en que uno de ellos iba a hacerse visible, sin embargo, no contaba con un instrumento capaz de hacer mediciones precisas, así que no pudo hacer mucho más.

Gracias a las observaciones de Galileo y a la posibilidad de medir el tiempo, en 1675, el danés Ole Roemer realizó la primera aproximación del valor de la rapidez de la luz. Este científico se encontraba estudiando los eclipses de uno de los satélites de Júpiter, cuyo periodo conocía porque lo había calculado con anterioridad. Cuando creyó que estaba en condiciones de predecir la aparición del satélite tras la sombra de Júpiter, se encontró con que el instante que tan cuidadosamente había calculado se retrasaba 996 segundos. A partir de ahí se hizo muchas preguntas y, tras realizar sus cálculos una y otra vez, logró dar con una explicación según él consistente.

Cuando Roemer realizó los primeros cálculos, la Tierra (T) estaba alineada con Júpiter (J). Sin embargo, cuando observó el retraso, la Tierra (T') estaba al otro lado de la órbita, de modo que la luz debía recorrer una distancia añadida, la del diámetro de la órbita de la Tierra alrededor del Sol, tal como se muestra en la imagen.

Como en esta época el diámetro de la órbita de la Tierra alrededor del Sol era conocido (299 000 000 km), el cálculo de la rapidez de la luz dio como resultado 220 000 km/s.



BDA U2\_ACT\_13 a 15

## ¿Cuándo la comunidad científica dejó de medir la rapidez de la luz?

A pesar del valor calculado por Roemer, se siguieron realizando mediciones de la rapidez de la luz. Por ejemplo, casi 200 años después, el francés Hippolyte Fizeau planteó otro método experimental para medir la rapidez de la luz, con el cual pudo obtener un valor de 313 000 km/s.

Luego de más de tres siglos de investigación, el valor de la rapidez de la luz en el vacío fue incluido oficialmente en el Sistema Internacional de unidades como constante universal el 21 de octubre de 1983. Desde la fecha, la rapidez de la luz se simboliza con la letra *c*, proveniente del latín *celeritas* (que en español significa celeridad o rapidez), y tiene un valor de 299 792 458 m/s, el cual suele aproximarse a 300 000 000 m/s.

¿Qué tan común piensas que es el hecho de que, en ciencias, diversos equipos científicos intenten resolver un mismo problema de forma simultánea?



### Conecto con...

#### Historia, Geografía y Ciencias Sociales

Los factores políticos, económicos y sociales en plena Revolución Científica jugaron un papel importante en el avance de la ciencia y la tecnología.

## ¡EN ACCIÓN! trabajamos en el proyecto

### FASE 2

Al igual que cuando aprendiste sobre la naturaleza de la luz, los experimentos para conocer el valor de la rapidez de la luz fueron realizados por equipos científicos europeos o de América del Norte. ¿A qué atribuyes esta situación? ¿Cómo refleja esto que la ciencia no está exenta de su contexto sociocultural? ¿Puede un proyecto de divulgación científica contribuir a mejorar la visión centralizada y masculina de la ciencia? Justifica tu punto de vista.

## Propagación rectilínea de la luz

El juego de las sombras chinas consiste en interponer las manos entre una fuente de luz y una superficie plana, como una muralla.

Este juego permite evidenciar una característica de la luz: de manera general, la luz se propaga en todas direcciones desde una fuente luminosa; sin embargo, si se analiza solo un haz de luz, este lo hace en línea recta.

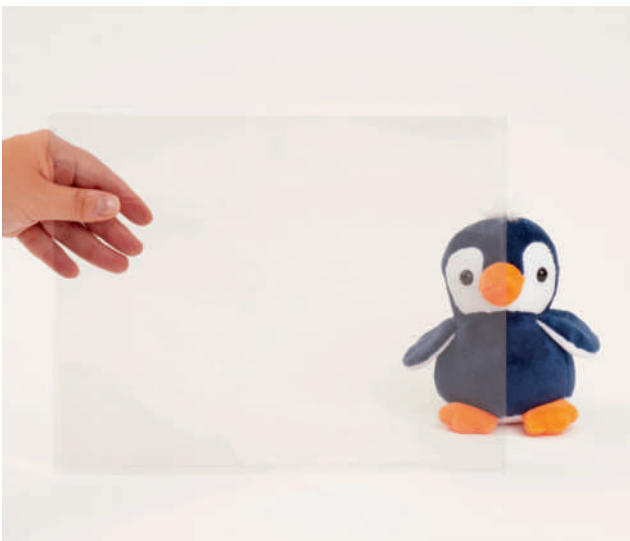
*¿Qué quiere decir esto?*

Básicamente que cuando un objeto opaco, como las manos, se interpone en el camino de la luz, se forma una región conocida como sombra, que proyecta la silueta del objeto. Esto se debe a que la luz se propaga en una trayectoria rectilínea.



Sombra china. ↗

*Pero ¿qué ocurre cuando la luz interactúa con objetos que no sean opacos?*



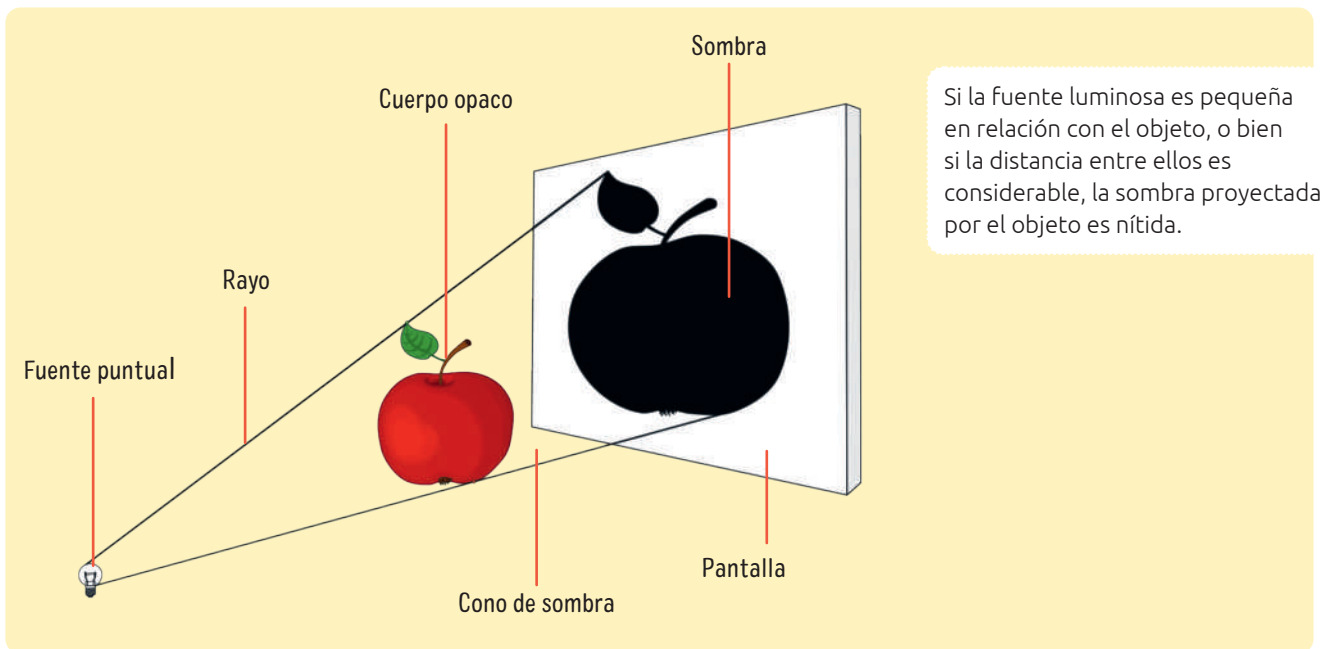
La luz puede atravesar los materiales transparentes. Por ejemplo, algunos vidrios. Esto permite que podamos distinguir los objetos a través de estos.



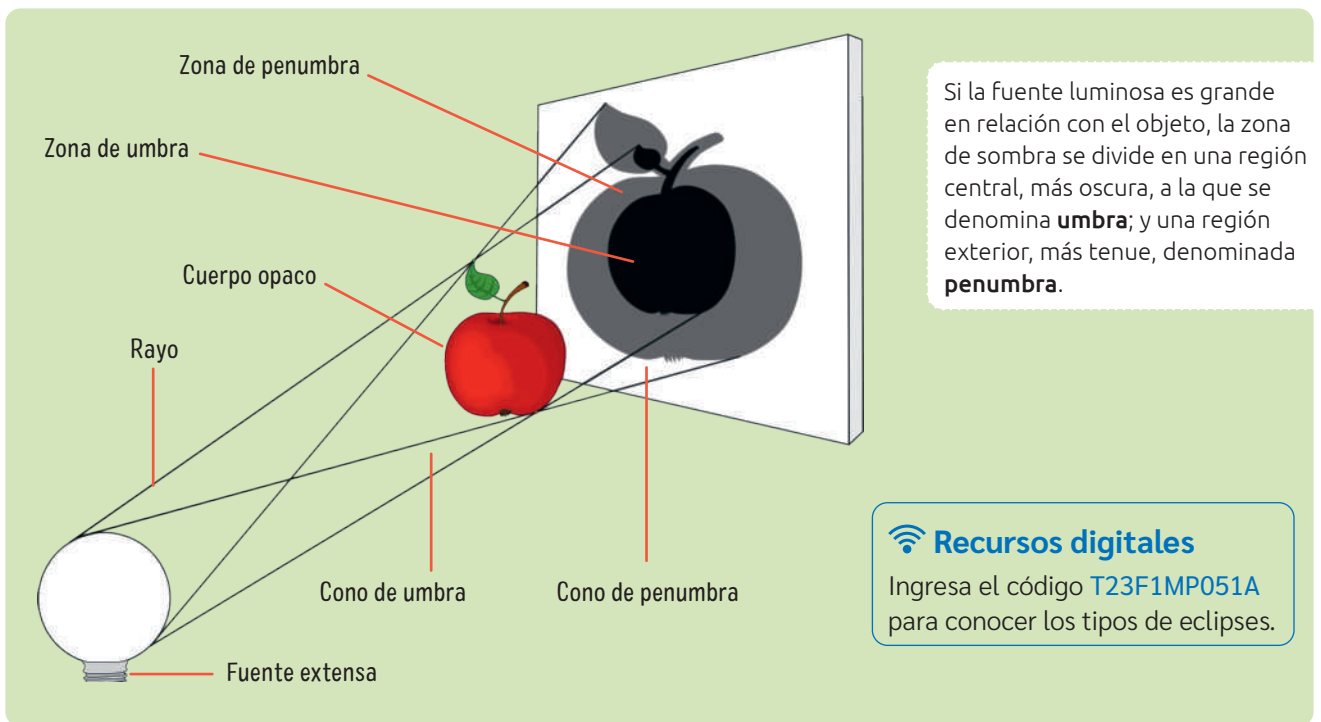
La luz puede atravesar los materiales translúcidos. Por ejemplo, algunos plásticos. Sin embargo, estos materiales no permiten distinguir con nitidez los objetos a través de ellos.




Dependiendo del tamaño de la fuente luminosa y de la distancia entre ella y el objeto opaco, se pueden producir diferentes tipos de sombra.



Si la fuente luminosa es pequeña en relación con el objeto, o bien si la distancia entre ellos es considerable, la sombra proyectada por el objeto es nítida.



Si la fuente luminosa es grande en relación con el objeto, la zona de sombra se divide en una región central, más oscura, a la que se denomina **umbra**; y una región exterior, más tenue, denominada **penumbra**.

 **Recursos digitales**  
Ingresa el código **T23F1MP051A** para conocer los tipos de eclipses.

Por ejemplo, en un **eclipse solar**, la Luna se interpone entre el Sol y la Tierra, lo que da lugar, sobre la superficie terrestre, a un área de sombra dentro de una amplia zona de penumbra. Como la Luna es muy pequeña con respecto al tamaño del Sol, la sombra que se produce es reducida. Así, en la zona de la Tierra donde se proyecte la sombra, parecerá que es de noche durante unos momentos y se producirá un eclipse solar total; en el lugar de la penumbra, se apreciará un eclipse solar parcial.

El conocimiento científico puede explicarse por medio de modelos. ¿Podrías proponer un modelo diferente para explicar la formación de sombras? ¿Cómo elaborarías un modelo para explicar la formación de eclipses de Luna?

# Fenómenos luminosos y sus aplicaciones tecnológicas

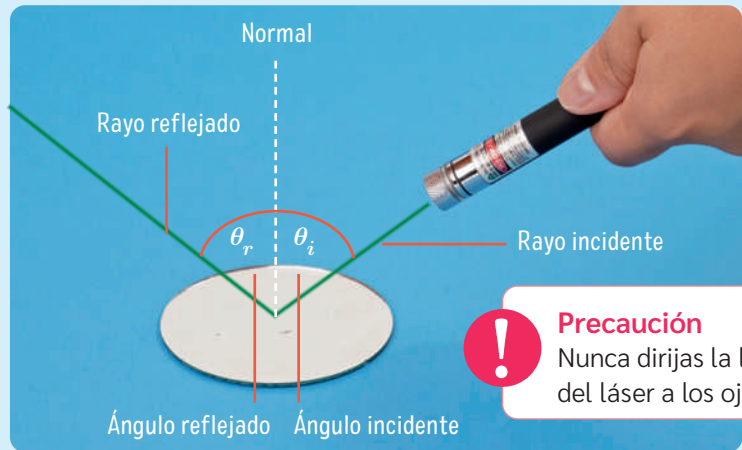
Como hemos estudiado, la naturaleza de la luz ha fascinado a quienes se dedican a la ciencia. Sin embargo, este no ha sido el único tema de interés científico; los fenómenos que experimenta la luz cuando interactúa con la materia también lo han sido. A continuación, se explican algunos de ellos.

BDA U2\_ACT\_16 y 17

## Reflexión de la luz y formación de imágenes en espejos

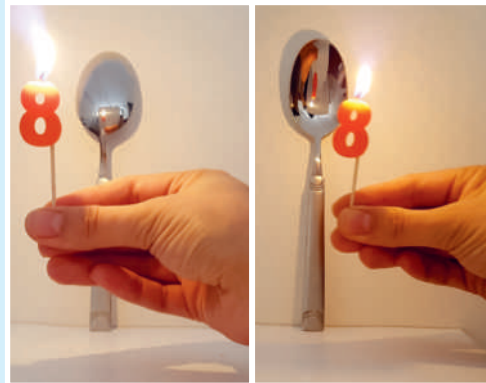
En términos generales, la reflexión de la luz se ha descrito como el cambio de dirección que experimentan los rayos de luz cuando inciden en un medio material. Así, un haz de luz que interactúa con una superficie conserva sus características, es decir, mantiene la rapidez, pero cambia su dirección de propagación.

A partir del fenómeno de reflexión, es posible determinar las características de las imágenes que se forman en cualquier espejo.



Representación del fenómeno de reflexión de la luz.

Ahora bien ¿qué entenderemos por espejo? Un espejo es toda superficie pulida capaz de reflejar en forma especular la mayor parte de la luz que incide en ella.



Las imágenes que se forman en los **espejos esféricos**, como la cuchara, dependen de la superficie curva (cóncava o convexa) que refleje la luz y de la distancia a la que esté del objeto.

### Recursos digitales

Ingresa los códigos [T23F1MP052A](#) y [T23F1MP052B](#) para aprender más sobre los fenómenos luminosos.



Reflexión en la naturaleza. Ciudad de Castro, Chiloé, Chile.

Las imágenes formadas por los **espejos planos** tienen la misma orientación vertical del objeto (por lo que se dice que están derechas) y tienen el mismo tamaño que el objeto.



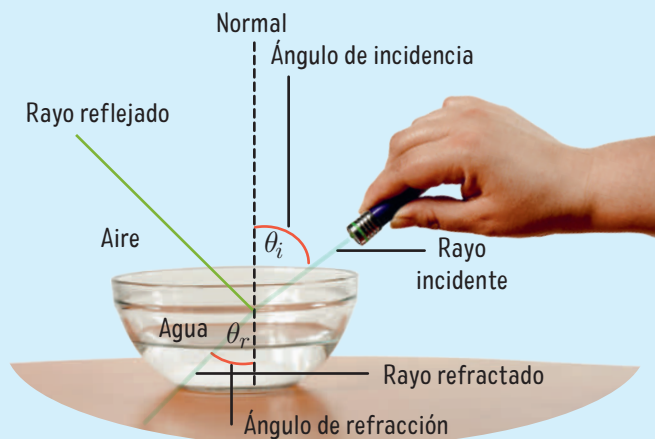
## Refracción de la luz y formación de imágenes en lentes

Si los rayos de luz pasan de un medio a otro de distinta densidad, experimentan un cambio en su velocidad y, en efecto, en su dirección de propagación. Este fenómeno, según la comunidad científica, es conocido como refracción de la luz.

Cada vez que se produce refracción, también hay reflexión de la luz.

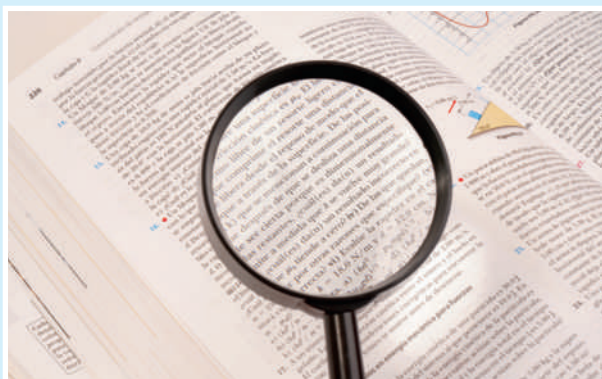
A partir del fenómeno de refracción, es posible determinar las características de las imágenes que se forman en cualquier lente.

¿Qué entenderemos por lente? Se trata de objetos transparentes limitados por dos superficies de las cuales al menos una es curva. Con esta curvatura, las lentes refractan la luz modificando las dimensiones de las imágenes que se observan a través de ellas.



➤ Representación del fenómeno de refracción de la luz.

BDA U2\_ACT\_18 a 21  
U2\_APL\_1



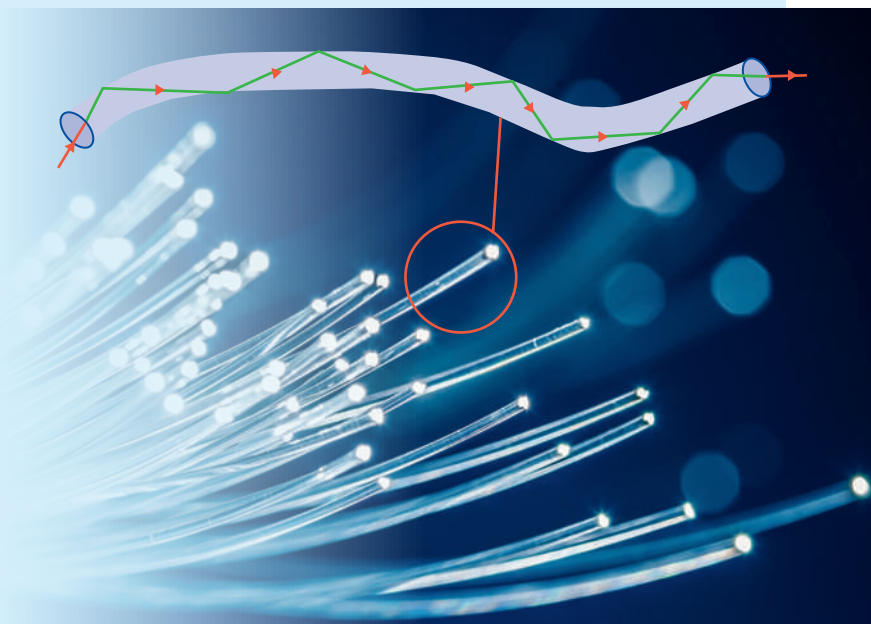
La lupa es una lente convergente. Dependiendo de su distancia hasta el objeto, se forman imágenes con diferentes características.



Los anteojos pueden utilizar lentes convergentes o divergentes para formar imágenes. Cuando es divergente, la imagen siempre es más pequeña y derecha.

## Reflexión interna total

Si bien un rayo de luz experimenta refracción cuando cambia de medio, también puede ocurrir que la luz se desvíe pasando justo por la separación entre ambos medios. En este caso, decimos que el rayo de incidencia está en su ángulo crítico o límite. Si se sigue incrementando el ángulo de incidencia, llegará un momento en que el rayo se reflejará por completo sin sufrir refracción alguna. Este efecto es conocido como reflexión interna total. Una de las aplicaciones más importantes de este fenómeno es la fibra óptica. ¿Te imaginas por qué?





## Instrumentos ópticos

La invención de las lentes inició una verdadera revolución científica, pues hizo posible, por ejemplo, que veamos más de lo que podemos a simple vista. Así, ciencias como la astronomía, la biología y la medicina deben parte de su desarrollo a la invención de los instrumentos ópticos, que constituyen el principal uso de las lentes.

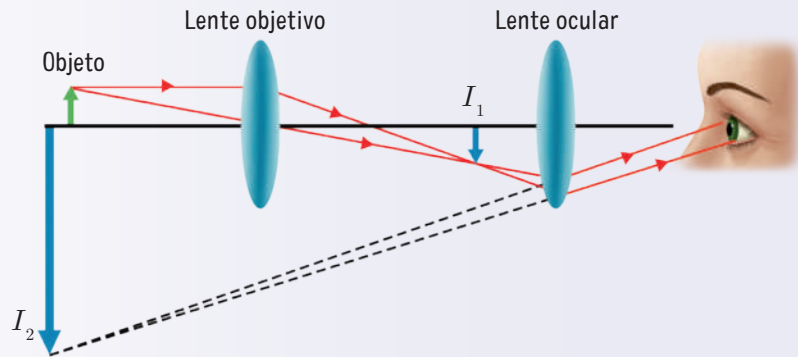
BDA U2\_ACT\_22  
U2\_APL\_3

El **microscopio** se basa en la combinación de lentes convergentes que permiten observar objetos muy pequeños.

**3** Finalmente, la segunda lente forma la imagen que se observa del microscopio.

**1** La primera lente (objetivo) forma una imagen del objeto.

**2** La imagen que se forma de la primera lente es el objeto para la segunda lente (ocular).



El **telescopio refractor** está compuesto por dos lentes convergentes: ocular y objetivo, capaces de aumentar el tamaño de las imágenes de objetos lejanos.

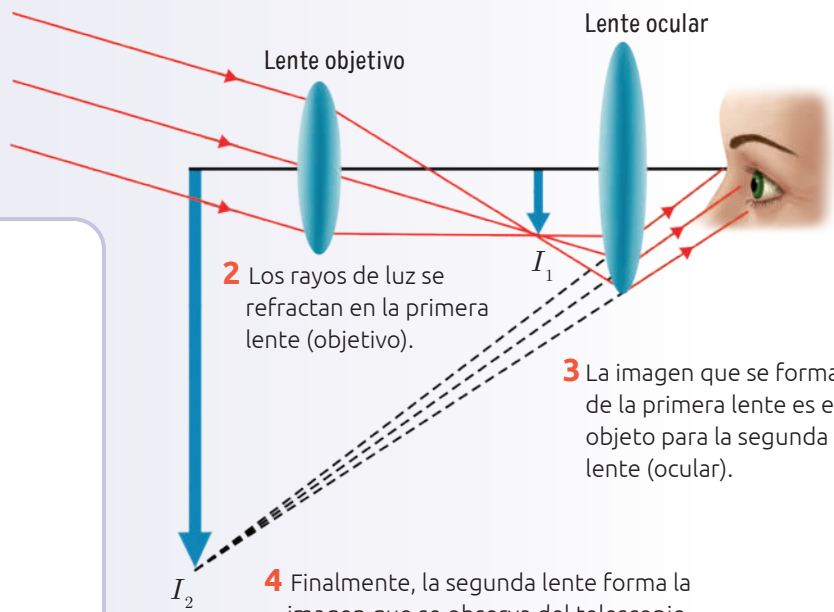
También se han inventado **telescopios reflectores o newtonianos**, los cuales pueden concentrar una mayor cantidad de la luz proveniente de las estrellas utilizando espejos convergentes. La ventaja de este telescopio es que puede captar imágenes sin la interferencia de la atmósfera.

**1** Los rayos de luz llegan desde el objeto que se encuentra muy lejano.

**2** Los rayos de luz se refractan en la primera lente (objetivo).

**3** La imagen que se forma de la primera lente es el objeto para la segunda lente (ocular).

**4** Finalmente, la segunda lente forma la imagen que se observa del telescopio.



### ¡EN ACCIÓN! Trabajamos en el proyecto

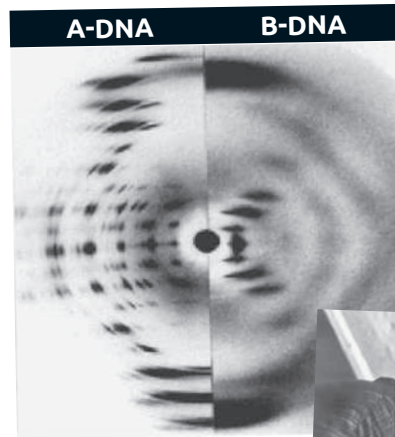
FASE 2

En relación con el proyecto: ¿será necesaria la utilización de algún instrumento óptico?, ¿con qué propósito podría ser utilizado? Discute con tu equipo de trabajo.

## Difracción e interferencia

Tal como vimos en la Unidad 1, la difracción y la interferencia son fenómenos estrechamente vinculados; tanto así, que no es sencillo distinguirlos. Esto se debe a que la difracción es una forma particular de interferencia.

Además, estos fenómenos no son tan simples de observar, ya que, para que un obstáculo pueda difractar la luz, se requiere que sea de un tamaño cercano a la longitud de onda de la luz (aproximadamente el diámetro de un cabello). Sin embargo, gracias a estos fenómenos, fue posible que **Rosalind Franklin** dedujera la forma de doble hélice del ADN. En 1952, mediante la técnica de difracción de rayos X, esta científica obtuvo la conocida “fotografía 51”. A partir de ella, dedujo la forma característica del ADN, un hecho que revolucionó el campo de la genética.



## CULTURA CIENTÍFICA

### Estructura del ADN: ¿competencia o colaboración?

En 1953, los científicos Watson y Crick publicaron, en un artículo de la revista *Nature*, su propuesta de estructura para el ADN, considerado uno de los hallazgos más importantes para la ciencia de la época. Sin embargo, su trabajo no estuvo exento de controversias, puesto que los datos que inspiraron algunas de sus ideas clave provinieron del informe de Franklin de 1952 al Consejo de Investigación Médica, que se suponía que era información confidencial.

Franklin nunca autorizó a Watson y Crick para usar ese trabajo. Además, en el artículo que publicaron estos científicos, se omite lo crucial que fue la evidencia obtenida por Franklin para elaborar un modelo en tres dimensiones del ADN.

Años después, tanto Crick como Watson reconocieron su deuda y dieron crédito al trabajo realizado por Franklin; sin embargo, su actitud dejó al descubierto una práctica que se ha repetido en más de una oportunidad en el ámbito científico.

Rosalind Franklin es un ejemplo de invisibilización del trabajo realizado por las mujeres. ¿Cómo crees que fue para muchas científicas desenvolverse en un contexto social que las discriminaba o desconocía su aporte?

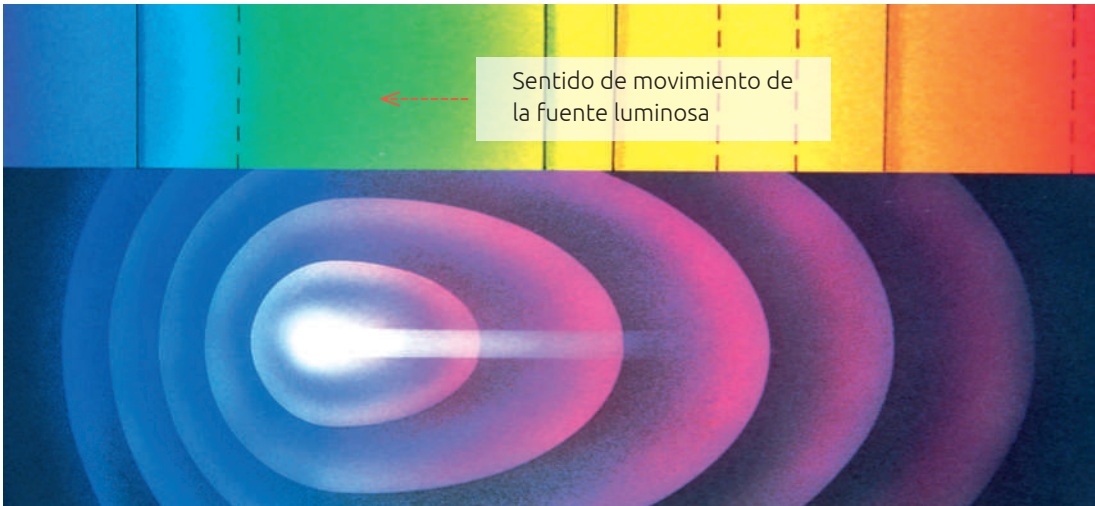
¿Qué opinas de que en ciencias ocurran casos como este, es decir, casos en los que personas no solo se atribuyen resultados ajenos como propios, sino que los publican sin el consentimiento de quien corresponde?

¿Cómo te hubieses sentido en el lugar de Rosalind Franklin? Si te enfrentaras a una situación como esta, ¿cómo crees que reaccionarías? Discutan en parejas.

## Efecto Doppler de la luz

La luz, al comportarse como una onda, también puede experimentar el efecto Doppler. Este fenómeno ocurre cuando una fuente luminosa se encuentra en movimiento respecto de un/a observador/a (o viceversa). La frecuencia de la onda lumínica se percibirá de manera diferente (lo que se relaciona con el color) según si la fuente se acerca o se aleja del observador.

¿Qué otro modelo propondrías para explicar el efecto Doppler de la luz?



Si la luz se aleja, se percibirá un desplazamiento hacia el rojo. Si se acerca, se verá desplazada hacia el azul o el violeta.

El efecto Doppler aplicado a la observación de los cuerpos celestes ha contribuido a demostrar la expansión del universo. Es más, los nuevos hallazgos en esta área se deben, en gran medida, a este fenómeno luminoso.

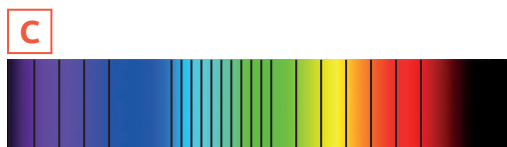
La comunidad científica ha observado cambios en el espectro de las galaxias. Por ejemplo, si teóricamente se considera el espectro que produciría una galaxia en reposo, veríamos la imagen A.



Cuando la galaxia se aleja respecto de un observador en la Tierra, su longitud de onda aumenta y su luz en la región visible se aproxima al color rojo. En este caso, su espectro experimenta un corrimiento al rojo, lo que se muestra en la imagen B.



Por el contrario, cuando la galaxia se acerca respecto de un observador en la Tierra, la longitud de onda de la luz que proviene de ella disminuye, por lo que, en la región visible, su luz se acerca al color azul (imagen C).





## Dispersión cromática de la luz

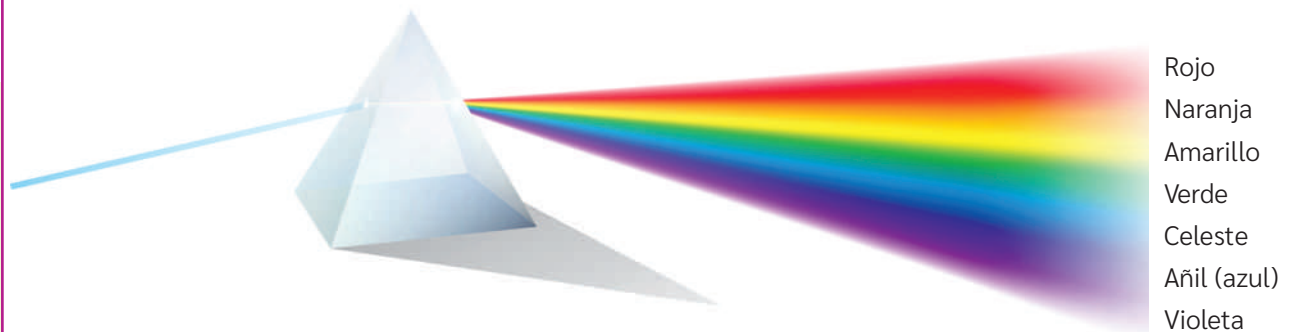
Cuando la luz blanca ingresa en un prisma, cada color lo atraviesa con una rapidez distinta y toma un camino diferente. De esta manera, cada color se refracta con un ángulo distinto, por lo tanto, tiene una frecuencia y longitud de onda determinada.

### Recursos digitales

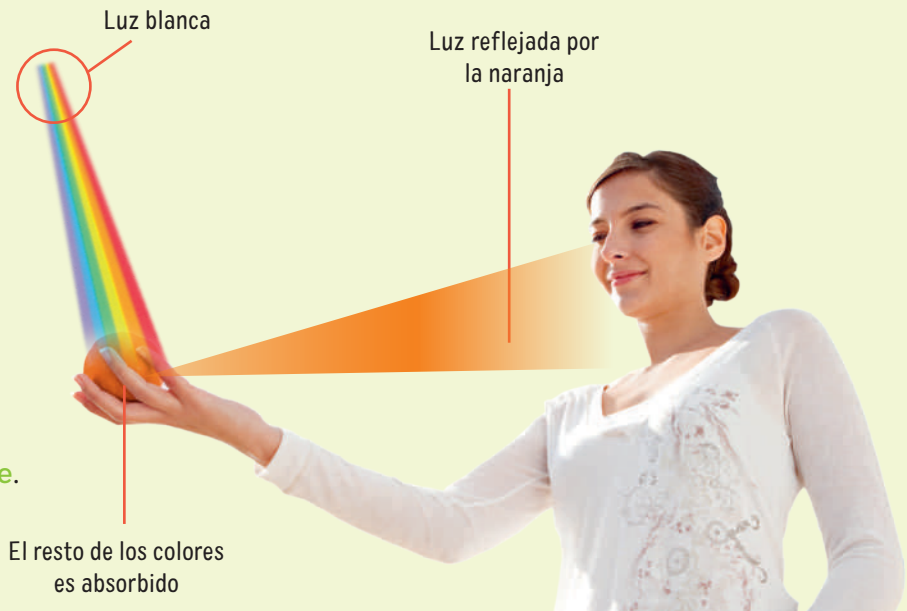
Ingresa el código **T23F1MP057A** para experimentar con el simulador de formación de colores.

BDA U2\_ACT\_23 a 25  
U2\_APL\_2

En el prisma, la luz se dispersa en una serie de siete colores que, en orden de longitud de onda decreciente, son:



Entonces, ¿qué es el color?, ¿por qué vemos los objetos de colores? El **color** es una percepción que se genera en el cerebro al interpretar las señales nerviosas que envían los fotorreceptores de la retina del ojo cuando captan cada una de las frecuencias. Por su parte, las imágenes que vemos se obtienen variando las intensidades de los **colores primarios: rojo, azul y verde.**



### Reflexiono sobre lo aprendido

Vuelve a responder las preguntas de la página 42 y reflexiona:

- ¿Tu definición de luz es igual a la que la comunidad científica acepta como verdadera?, ¿por qué?
- ¿Cuáles son las dudas que aún persisten sobre lo estudiado en esta lección? Discútelas con tu equipo e intenta aclararlas.
- ¿Cómo te imaginas que la comunidad científica utiliza el conocimiento sobre la luz para sus investigaciones astronómicas?

## ¿Por qué la comunidad científica realiza observación astronómica?

### Exploro mis ideas

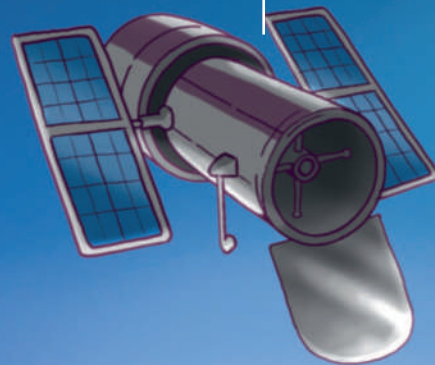
En parejas, respondan:

- ¿Cuál es la última noticia que recuerdan sobre investigación astronómica?, ¿dónde la vieron o leyeron?
- ¿Cómo creen que Chile logró convertirse en una potencia mundial en astronomía?

## Tecnologías para la observación astronómica

El telescopio es uno de los inventos que ha revolucionado el conocimiento científico. En un principio se atribuía su invención a Galileo Galilei, pero nuevos descubrimientos nos hacen pensar que este aparato existía desde antes. Ahora bien, *¿de dónde nace la necesidad de crear un instrumento para observar estructuras cósmicas? ¿Es el desarrollo del telescopio el que impulsa la astronomía o viceversa?*

Los telescopios espaciales son telescopios puestos en órbita para evitar los efectos de la turbulencia atmosférica y captar mejores imágenes.



### 📶 Recursos digitales

Ingresa el código **T23F1MP058A** para aprender sobre las tecnologías surgidas gracias a la investigación astronómica.

Los telescopios captan diferentes frecuencias del espectro electromagnético. Los hay ópticos, que captan frecuencias del rango visible; y otros capaces de detectar infrarrojo, radio, ultravioleta y rayos X.

BDA | U2\_ACT\_26 y 27



↑ La ilustración solo pretende mostrar algunos instrumentos de observación astronómica. En ningún caso representa el tamaño, la disposición o la ubicación geográfica de estos.





## Actuales desafíos para la **ASTRONOMÍA MUNDIAL**

En una entrevista con un medio nacional, **María Gabriela Navarro**, estudiante de postdoctorado en Astronomía Estelar y Galáctica, sostiene que “los descubrimientos astronómicos van de la mano con los avances tecnológicos. Todo está un poco limitado por la tecnología y la capacidad de los telescopios actuales, como también la capacidad de análisis de los computadores. Antes era un problema la escasez de información y ahora es demasiada. El desafío ahora es adaptarse a la nueva era y a la nueva forma de analizar los datos astronómicos. Por otro lado, tenemos un importante desafío: el de incorporar la igualdad de género en la academia. Si bien esto está mejorando y hay más mujeres en ciencia, considero que todavía estamos muy lejos de estar con igualdad de condiciones, y eso es un problema y gran desafío para los próximos años”.

Fuente: Hermosilla, X. (12 de abril de 2021). Desarrollo astronómico en Chile: un aporte transversal para las ciencias del mundo. [www.cienciaenchile.cl](http://www.cienciaenchile.cl)

¿Qué medida se podría adoptar para mitigar los efectos negativos del exceso de información o de la desigualdad de género en la academia? Fundamenta.

¿Qué otros desafíos crees que enfrentan las personas que realizan investigación astronómica?



Los radiotelescopios son capaces de captar ondas de radio emitidas por diferentes estructuras cósmicas a través de una gran antena parabólica o un conjunto de ellas.



Los reflectores poseen un espejo cóncavo para capturar luz visible y concentrarla en un punto. Mientras mayor sea el diámetro del espejo principal, mayor será su alcance.

### ¡EN ACCIÓN! Trabajamos en el proyecto

Reúnanse en sus equipos de trabajo y respondan:

- La ciencia y la tecnología son campos que se impactan mutuamente, pero no son lo mismo. ¿Podría el desarrollo de una tecnología influir en el tipo de investigaciones que se realizan?
- ¿De qué manera puede hacer visible en su proyecto la relación que existe entre ciencia y tecnología?

FASE 2



## Ventajas de Chile para la observación astronómica

Para realizar observaciones astronómicas en la actualidad, no solo se necesita de un gran equipamiento humano y tecnológico, también es importante contar con lugares que cuenten con cielos despejados, gran altura respecto del nivel del mar, poca humedad y amplias planicies, entre otras características. Estas cualidades climáticas, geográficas y lumínicas hacen del norte de Chile uno de los mejores lugares del mundo para la observación astronómica.

¿De qué manera la comunidad científica ha descubierto las ventajas del norte de Chile para la observación astronómica?

¿Cómo la instalación de estos observatorios podría alterar territorios vírgenes en la Zona Norte de Chile? Formen grupos de trabajo, investiguen y discutan al respecto.

### 📶 Recursos digitales

Ingresa el código T23F1MP060A para ver un video del astrónomo José Maza que destaca las ventajas de Chile para la observación astronómica.



📍 El cielo durante el día, en el observatorio ALMA.

### Ventajas climáticas

Para realizar observación astronómica, es necesario que la radiación electromagnética emitida por los cuerpos celestes llegue a los instrumentos de observación con la menor interrupción posible. En este sentido, el norte de Chile ofrece más de 300 días despejados al año y con muy poca humedad atmosférica. Por lo tanto, es un lugar en el que casi todos los días puede realizarse observación astronómica.

### Ventajas geográficas

El desierto del norte de Chile es pequeño en comparación con otros desiertos, lo que favorece el desplazamiento hacia y desde los observatorios, tanto para abastecerlos como para trabajar en ellos. Además, es rocoso, por lo que no hay tormentas de arena ni polvo que dificulten la observación o pongan en riesgo las instalaciones o a las personas; y se encuentra situado a gran altitud, lo que permite elevar los telescopios y disminuir el efecto refractor natural de la atmósfera.





El país cuenta con la Oficina de Protección de la Calidad del Cielo del Norte de Chile (OPCC) encargada de supervisar y asesorar la instalación de luminarias exteriores para proteger las condiciones de oscuridad de las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo, pues los instrumentos astronómicos son muy sensibles a la luz visible. *¿Consideras importante que esta medida se aplique a nivel nacional para proteger otros lugares del país y a los seres vivos de la contaminación lumínica?, ¿por qué?*

¿Crees que en Chile también se debería invertir en otras áreas de la ciencia y la tecnología? ¿Qué beneficios tendría esto para la ciudadanía?

## ¡EN ACCIÓN! Trabajamos en el proyecto

### FASE 2

Reúnanse en sus equipos de trabajo y respondan:

- ¿Qué problemáticas detectan en estas páginas que les parezcan interesantes de abordar en su proyecto?
- ¿Cómo abordarían estas problemáticas? ¿A quién pedirían ayuda o colaboración?



↑ El cielo durante la noche, en el observatorio ALMA.

### Ventajas lumínicas

La observación astronómica también se ve entorpecida por la presencia de luces artificiales. Esto, porque se produce el fenómeno de interferencia entre las ondas que se tratan de captar y las luces artificiales. Por esta razón, los observatorios se ubican en sitios poco poblados y donde prácticamente todo es oscuridad; y el norte de Chile ofrece muchos lugares en que esto es posible.

### La política en la astronomía

Como la instalación de observatorios astronómicos implica una inversión considerable en instalaciones, equipos y personal altamente capacitado, resulta necesario mantener una estabilidad económica y política que garantice la permanencia de estos. Además, esta inversión ofrece una cuota de investigación astronómica exclusiva para la comunidad científica nacional.



## Centros astronómicos en Chile y el mundo

Existen diversos lugares donde se realizan observaciones astronómicas. Entre ellos, los que reúnen las mejores condiciones geográficas y climáticas están en Hawái en Estados Unidos, las Islas Canarias en España y el desierto de Atacama en Chile. A continuación, te presentamos algunos de los principales centros de investigación astronómica.

Antofagasta, Chile.



El observatorio **VLT** (*Very Large Telescope*) posee cuatro telescopios de tipo refractor de 8,2 m y cuatro auxiliares de 1,8 m de diámetro, y es el principal telescopio de funcionamiento con luz visible e infrarroja.

Este observatorio se inauguró en 1999 y es hasta hoy el más productivo del mundo. Entre sus descubrimientos, se encuentra la primera imagen de un planeta extrasolar.

Antofagasta, Chile.



El observatorio **ALMA** (*Atacama Large Millimeter/ Submillimeter Array*) cuenta con 66 antenas que funcionan sincronizadamente, formando un único radiotelescopio que capta ondas infrarrojas y de radio.

Se inauguró en 2013 y es una colaboración entre Europa, América del Norte y Asia Oriental en conjunto con Chile.

Antofagasta, Chile.



El observatorio **ELT** (*Extremely Large Telescope*) será el telescopio más grande del mundo para trabajar en los rangos óptico e infrarrojo cercano. Se espera que las obras de construcción finalicen en 2025 y que su uso revolucione el estudio del universo.

Coquimbo, Chile.



El observatorio **Gemini Sur**, inaugurado en 2022, consta de dos telescopios de 8,1 m de diámetro del tipo óptico-infrarrojo, uno ubicado en Hawái y otro en el desierto de Atacama, lo que permite cubrir la totalidad del cielo.



Coquimbo, Chile.



El observatorio **Cerro Tololo**, inaugurado en 1962, posee ocho telescopios y un radiotelescopio, por lo que capta luz visible y de infrarrojo cercano. Es uno de los observatorios en que se llevan a cabo las investigaciones astronómicas más avanzadas posibles desde la superficie terráquea.

Coquimbo, Chile.



El observatorio **La Silla**, inaugurado en 1969, posee 14 telescopios reflectores y un radiotelescopio, y cuenta con los espectrógrafos más modernos del mundo con el objetivo de descubrir exoplanetas.

Mauna Kea, Hawái.



En la cima del volcán inactivo Mauna Kea en Hawái, se ubican numerosos centros astronómicos, entre ellos el **Géminis Norte**, que tiene su hermano gemelo en el desierto de Atacama.

Tenerife, España.



El observatorio astronómico **Teide** es uno de los principales centros astronómicos de España. Se ubica en las laderas del volcán Teide en Tenerife.

BDA U2\_ACT\_28

## ¡EN ACCIÓN! Trabajamos en el proyecto

FASE 2

En grupos, revisen la información que aparece en T23F1MP063A y respondan:

- El desarrollo de la ciencia no es equitativa ni igualitaria en el mundo, es decir, su desarrollo en los distintos lugares es dispar. ¿A qué factores se debe la inequidad del desarrollo de la astronomía y la ciencia en general?
- ¿Cómo podrían abordar la inequidad en el desarrollo científico en su proyecto?
- ¿Por qué es importante identificar distintos lugares en el mundo para el desarrollo de la astronomía? ¿Qué ventajas nos otorga?
- Chile tiene un gran potencial para el desarrollo de investigaciones astronómicas. ¿Creen que ocurre lo mismo en todas las áreas científicas?, ¿por qué?

## Astrónomos y astrónomas de Chile

Como Chile es uno de los mejores lugares para realizar observación astronómica, son muchas las personas interesadas en seguir estos estudios y dedicarse a la investigación. Además, existen conocidos astrónomos, como María Teresa Ruiz y José Maza, que tienen vasta experiencia y que han sido mentores para quienes han decidido seguir sus pasos. A continuación, te presentamos algunos de ellos.

### 📶 Recursos digitales

Ingresa el código T23F1MP065A para conocer a otras personas que se dedican a la investigación astronómica y a la divulgación científica.



**Teresa Paneque** es astrónoma, escritora y divulgadora científica. En sus redes sociales comparte su conocimiento de astronomía y física. Su saga juvenil *El universo según Carlota* sigue la misma línea de divulgación científica. Su investigación de postgrado se ha enfocado en caracterizar los entornos de formación planetaria, donde estudia la abundancia y distribución de distintas moléculas usando observaciones de ALMA y modelos teóricos.

**Mario Hamuy** ha sido profesor de astronomía en la Universidad de Chile, director del Observatorio Cerro Calán y presidente de la Fundación Chilena de Astronomía. Su línea de investigación se centra en la observación de diferentes tipos de supernovas, especialmente las de tipo Ia y II. En 2015, recibió el Premio Nacional de Ciencias Exactas.



BDA | U2\_ACT\_29 y 30

### Gran idea de la ciencia

“Somos polvo de estrellas” es una frase acuñada por el astrónomo José Maza y el título de uno de sus libros. ¿Cómo la interpretas? ¿Cómo la utilizarías para explicar que todo en el universo permanece constante?



Francisca Contreras es licenciada en Astronomía por la Universidad de Chile, divulgadora científica y escritora del libro *Kika y las Estrellas*. Es conocida por realizar charlas para motivar a niños, niñas y adolescentes a interesarse por el mundo científico.



José Utreras, astrónomo y doctor en Astronomía de la Universidad de Chile. Su línea de investigación es la dinámica y evolución de galaxias a través de simulaciones numéricas. Además de astrónomo, actualmente es reconocido por sus ilustraciones y su podcast de divulgación científica.

Laura Pérez es Doctora en Astrofísica del California Institute of Technology (Caltech), académica del Departamento de Astronomía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile y una de las investigadoras principales del Centro de Excelencia en Astrofísica. En septiembre de 2023, fue reconocida con el prestigioso premio “2024 New Horizon Prize in Physics” por su contribución fundamental al problema de la formación de planetas.



Crédito de la imagen: Cristina Muñoz Magnino

## ¡EN ACCIÓN! Trabajamos en el proyecto

### FASE 2

Reúnanse en sus equipos de trabajo y respondan:

- En relación con los científicos y científicas que acaban de conocer, ¿cómo se imaginan que llevan a cabo sus investigaciones? ¿Creen que su trabajo es individual o colaborativo? Fundamenten.
- ¿Por qué creen que cada vez es más común ver en redes sociales a personas que hace divulgación científica? ¿Qué valor le atribuyen a esto?
- Si pudieran contactar a algún científico o científica, ¿qué le preguntarían?
- ¿Cómo se sienten al saber que hay investigadores e investigadoras muy jóvenes que realizan grandes hallazgos para la comunidad científica?



BDA U2\_ACT\_31





Del observatorio al retail:

## ¿Qué tan factible es hacer ciencia en Chile?

*Luego de años de estudios, licenciaturas, doctorados y postdoctorados, algunos astrónomos han decidido dejar los centros de observación y la investigación científica para trabajar en otros rubros. ¿A qué se debe este cambio?*

**Sebastián Marchi, Maritza Soto y Joaquín Prieto** son algunos de los astrónomos que han optado por dejar las investigaciones y dedicarse al análisis de datos en el *retail*. Declaran que hacer investigación científica es complejo y que realizar un postdoctorado conlleva diversos desafíos. Por ejemplo, tener que pensar siempre en nuevas líneas de investigación, conocer nuevas investigaciones que se realizan, mantenerse siempre a la vanguardia, cambiarse de hogar para ir a investigar y no tener jornadas laborales, ni seguridad social, entre otras. Como declara Joaquín, se pasa de ser una persona que se está formando como un capital humano avanzado a un trabajador independiente con inestabilidad laboral.

Sebastián menciona que la libertad que le otorga trabajar en una empresa es lo que más le gusta: si está inconforme tiene la opción de dejarlo, lo cual no ocurre en el desarrollo de los postdoctorados,

ya que una vez iniciados no se puede cambiar el tema. Maritza, por su parte, señala que le gustaba su trabajo en investigación, pero asegura que no sabe si es lo que quiere para los siguientes años debido a que es mucho trabajo y todo es muy inestable. Menciona que necesita más estructura en su vida, por lo que se dedicó al análisis de datos en una empresa. Afirma que el trabajo es el mismo, analizar datos, limpiarlos, aplicar modelos, ver resultado e interpretar, solo que son datos de distinto origen.

**María Teresa Ruiz**, astrónoma y Premio Nacional de Ciencias, menciona que este no es un fenómeno reciente, sino que muchos astrónomos, desde hace aproximadamente 50 años, cambian de rumbo hacia empresas financieras o de *retail*.

Fuente: Díaz, R. (20 de septiembre de 2021). ¿Un astrónomo trabajando en una empresa de retail?: El cambio de piel de los astrónomos jóvenes chilenos. [www.theclinic.cl](http://www.theclinic.cl)



### ¡EN ACCIÓN! Trabajamos en el proyecto

#### FASE 2

Responde las siguientes preguntas de manera individual. Luego, discute tus respuestas con tu equipo de trabajo:

- ¿Qué emociones te evoca esta noticia?
- ¿Cómo se puede transformar la astronomía en un trabajo estable y próspero a nivel nacional?
- ¿Cómo contribuiría su proyecto a la comprensión del quehacer científico y a la divulgación de problemáticas como esta?
- ¿Qué acciones deben desarrollar los centros de investigación, las academias y el Estado de Chile para promover el quehacer científico y evitar esta migración hacia el rubro privado?

## Aprendiendo a comunicar científicamente

La **comunicación científica** consiste en dar a conocer los objetivos de una investigación, los procedimientos realizados y sus resultados, conclusiones, implicancias y limitaciones a través de diferentes medios.

En esta oportunidad, la invitación es a comunicar un tema de astronomía a través de una noticia, post, video o infografía.

PASO

### 1 → Identifiquen lo que se va a comunicar

Si tuvieran que exponer sobre la astronomía en Chile, ¿de qué tema les gustaría hablar? ¿Cómo lo harían? ¿A quiénes les gustaría dirigir su comunicación y cómo captarían su atención? ¿Qué consideran que es lo más relevante que debe saber la comunidad respecto a este tema? Para guiarse en su propósito, revisen las publicaciones realizadas por los divulgadores científicos que aparecen en las páginas 64 y 65.

PASO

### 2 → Definan el propósito comunicativo

Comunicar puede tener distintos objetivos: informar, presentar resultados o persuadir para generar un cambio positivo en el actuar de las personas, entre otros. Para definir su propósito comunicativo, discutan en torno a las siguientes preguntas.

¿Cuál será el público objetivo? ¿Qué dominio tiene el público sobre el tema?  
¿Van a interactuar con la audiencia luego de la comunicación?

¿Qué valor le atribuye la comunidad científica a la comunicación? ¿Será el mismo valor que le atribuye la sociedad?, ¿por qué?

PASO

### 3 → Determinen la forma comunicativa

Cuando hayan logrado el acuerdo en relación con el propósito comunicativo, escojan un medio para comunicar la información: infografías, noticia, video, entre otros. Este medio debe relacionarse con el propósito comunicativo. Luego, diseñen o creen un boceto o guion, resguardando el lenguaje utilizado para que este sea formal y científicamente correcto. Expongan al curso lo creado. Compáren y discutan sobre la información presentada por cada grupo y su propósito comunicativo.

Finalmente, evalúen la actividad respondiendo:

- ¿Cuál es la relevancia de escoger un propósito comunicativo? ¿Creen que es el mismo que consideran quienes se dedican a la divulgación científica? Fundamenten.
- ¿Qué cambios realizarían en una próxima instancia de comunicación científica? ¿Qué mantendrían y por qué?



BDA U2\_ACT\_32

## Cosmovisión astronómica de los pueblos originarios en Chile

En la cosmovisión de los diferentes pueblos originarios, todo lo que existe en el universo, incluida la Tierra y los seres que la habitan, se encuentra integrado, interrelacionado y en perfecta armonía, en un equilibrio constante. Por ello, utilizan los ciclos lunares y astrales para planificar cosechas y momentos de cazas, ya que tienen evidencias de que los ciclos, como las estaciones del año y las fases de la Luna, son determinantes en estas situaciones.

### Recursos digitales

Ingresa el código T23F1MP068A para conocer más sobre la Chakana: guía del cielo en la tierra para el buen vivir.

BDA U2\_ACT\_33



El pueblo Aymara relaciona los fenómenos cotidianos con lo que ocurre en el cielo. De ese modo, se pueden preparar para lluvias y otros fenómenos estacionales, lo que les permite sembrar y cosechar en el momento adecuado. Todas las actividades socioculturales y productivas están organizadas en el Calendario Anual Aymara el cual comienza y termina cada Solsticio de Invierno. Estas se basan en la Chakana, conocida también como la Cruz del Sur.



El pueblo Rapa Nui tiene un amplio conocimiento de los ciclos lunares y de la posición de las estrellas en el cielo. Su año comienza después del solsticio de invierno, cuando aparece la constelación de Mata Riki, que la cultura occidental conoce como Pléyades. Luego, el año continúa en doce meses determinados por los ciclos lunares. Este conocimiento ha permitido desde tiempos ancestrales, la orientación en la navegación, los tiempos de cultivo y el desarrollo de la pesca en equilibrio con la naturaleza.

Mata Riki representa el nombre que se ha dado a una constelación de 7 estrellas. En la tradición oral, la observación de su recorrido y comportamiento indica que aparece en el cielo, al amanecer del día más corto del año.



## ¡EN ACCIÓN! Trabajamos en el proyecto

### FASE 2

Reúnanse en sus equipos de trabajo y conversen respecto a los conocimientos ancestrales que hemos integrado y lo vivos que están las tradiciones de los pueblos originarios en Chile. Luego, respondan:

- La astronomía y la ciencia en general es acumulable y modificable. ¿Creen que la cosmovisión de los pueblos originarios son la base del conocimiento astronómico actual?
- ¿Qué cosmovisión de los pueblos originarios en Chile les gustaría incorporar en su proyecto? ¿Quiénes podrían ayudar en esta tarea?

Para el pueblo Mapuche, el Kultxug (grafemario azümcheffe), un instrumento de percusión fabricado con madera nativa y cuero, es la síntesis de su cosmovisión. En dicho instrumento se observan los cuatro espacios siderales del cosmos, cuatro megafuerzas que actúan como tirantes y que hacen que el universo esté en equilibrio eterno y en movimiento a la vez. Además, las dos aspas, que dan la idea del movimiento, resumen la idea de que en el universo todo gira en ciclos.

BDA | U2\_ACT\_34



El pueblo Selk'nam manifiesta que existen cuatro cielos, donde ocurre la creación de vientos, mares y todo lo existente. El centro de cada uno de ellos corresponde a los cuatro puntos cardinales.

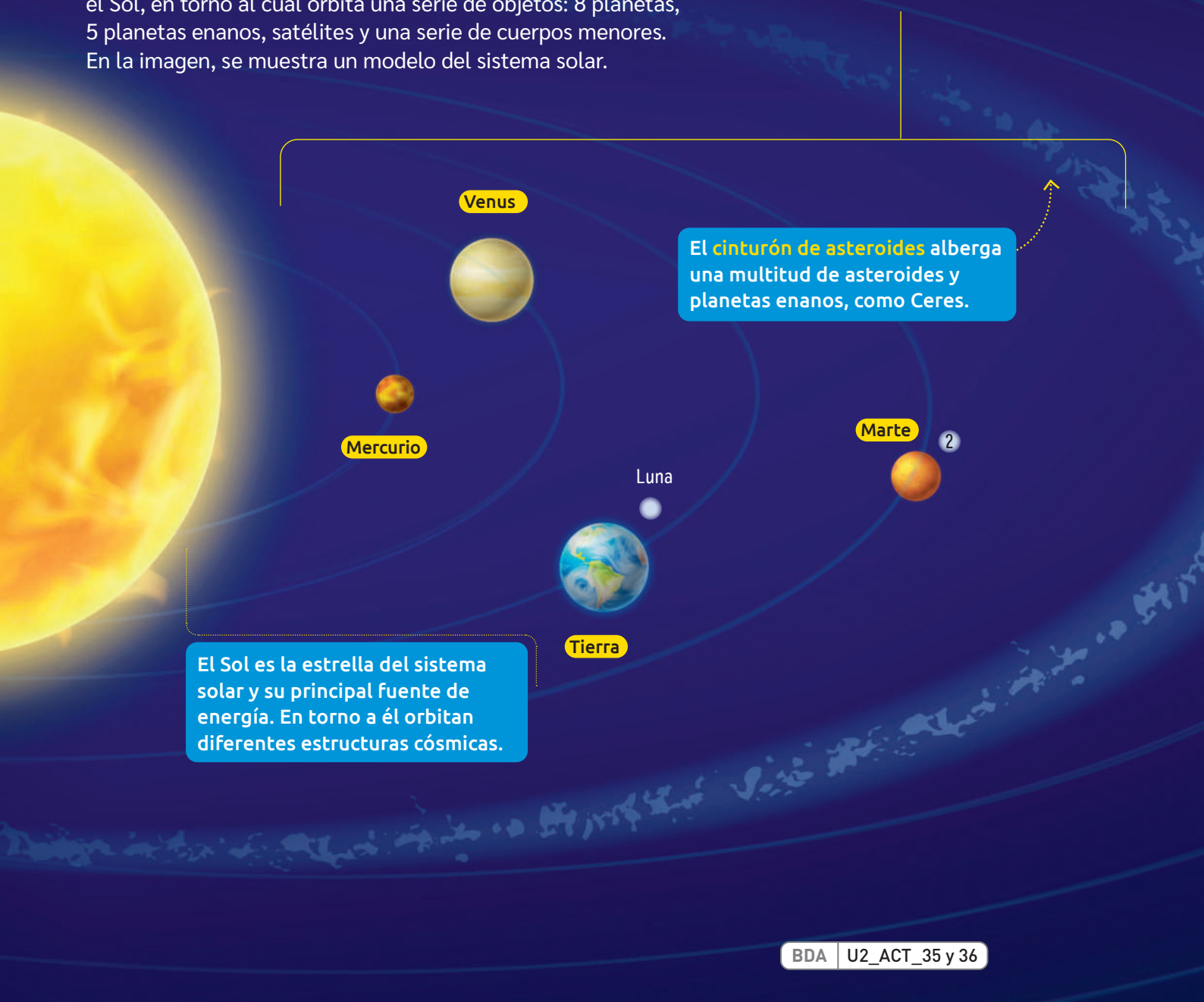
Para la cultura Kawésqar, el Sol sale caminando más allá del océano Pacífico, donde se juntan el mar y el cielo, y la vista se pierde en el horizonte. Es precisamente en este sitio, donde se esconde el Sol y donde se encuentra el más allá o lugar al que van los espíritus kawésqar. Para los kawésqar la distinción más elemental del tiempo está dada por la división entre el día (aswál) y la noche (ak'éwe), con distintas gradaciones que tienen que ver con períodos de entrada a la penumbra y salida de la penumbra.

↑ La ilustración sólo pretende mostrar un aspecto de la cosmovisión de algunos pueblos originarios en Chile. En ningún caso representa su ubicación geográfica, su realidad o su forma de conocer el mundo.

## Componentes del sistema solar

El sistema solar está compuesto por una estrella principal, el Sol, en torno al cual orbita una serie de objetos: 8 planetas, 5 planetas enanos, satélites y una serie de cuerpos menores. En la imagen, se muestra un modelo del sistema solar.

### Planetas rocosos e interiores



El Sol es la estrella del sistema solar y su principal fuente de energía. En torno a él orbitan diferentes estructuras cósmicas.

El cinturón de asteroides alberga una multitud de asteroides y planetas enanos, como Ceres.

BDA | U2\_ACT\_35 y 36

#### Mercurio

Es el planeta más cercano al Sol, el más pequeño y no posee satélites naturales.

#### Venus

Posee una densa atmósfera y una alta presión atmosférica. Ambos factores generan un efecto invernadero que impide la vida.

#### Tierra

Hasta el momento, es el único planeta con condiciones para la vida humana. Esto se debe a su atmósfera, la presencia de agua líquida y la distancia del Sol, entre otros factores.

#### Marte

Su color se debe a la presencia de óxido de hierro. Dada su baja presión atmosférica, se cree que no puede albergar agua líquida.

## Planetas gaseosos o exteriores

### Gran idea de la ciencia

¿Crees que la vida en la Tierra sería la misma si estas estructuras estuvieran dispuestas de otra manera en el universo?, ¿por qué? ¿Por qué los demás planetas del sistema solar no se consideran habitables?

BDA U2\_ACT\_37 a 40  
U2\_APL\_5



El **cinturón de Kuiper** está formado por gas, polvo y planetas enanos, como Plutón, Eris, Makemake y Haumea.

### Recursos digitales

Ingresa los códigos T23F1MP071A y T23F1MP071B para conocer el sistema solar y el movimiento real del Sol y los planetas.

Este es un modelo simplificado del sistema solar. Las distancias y los tamaños no se encuentran a escala. Además, en la realidad, las distancias entre planetas no son uniformes y las órbitas no son todas alineadas en el mismo plano.

Los números asociados a cada modelo de planeta representan la cantidad de satélites naturales que se conocen actualmente.

¿Por qué en un modelo del sistema solar de un texto es complejo representar de manera precisa y correcta toda su estructura, componentes y dinámica?

#### Júpiter

Es el planeta más denso. Posee anillos, pero son más difíciles de observar que los de Saturno.

#### Saturno

Sus anillos están formados por polvo, rocas y hielo, y no son observables a simple vista.

#### Urano

Posee anillos muy difusos. Es catalogado como un gigante helado.

#### Neptuno

Es el planeta más alejado del Sol y conocido como un gigante helado.



## Consecuencias de los movimientos de la Tierra

La Tierra, como los demás planetas del sistema solar, realiza diferentes tipos de movimientos. Los más importantes son el de rotación y el de traslación, porque generan consecuencias que podemos percibir y que determinan ciclos diarios y estacionales.

### Traslación

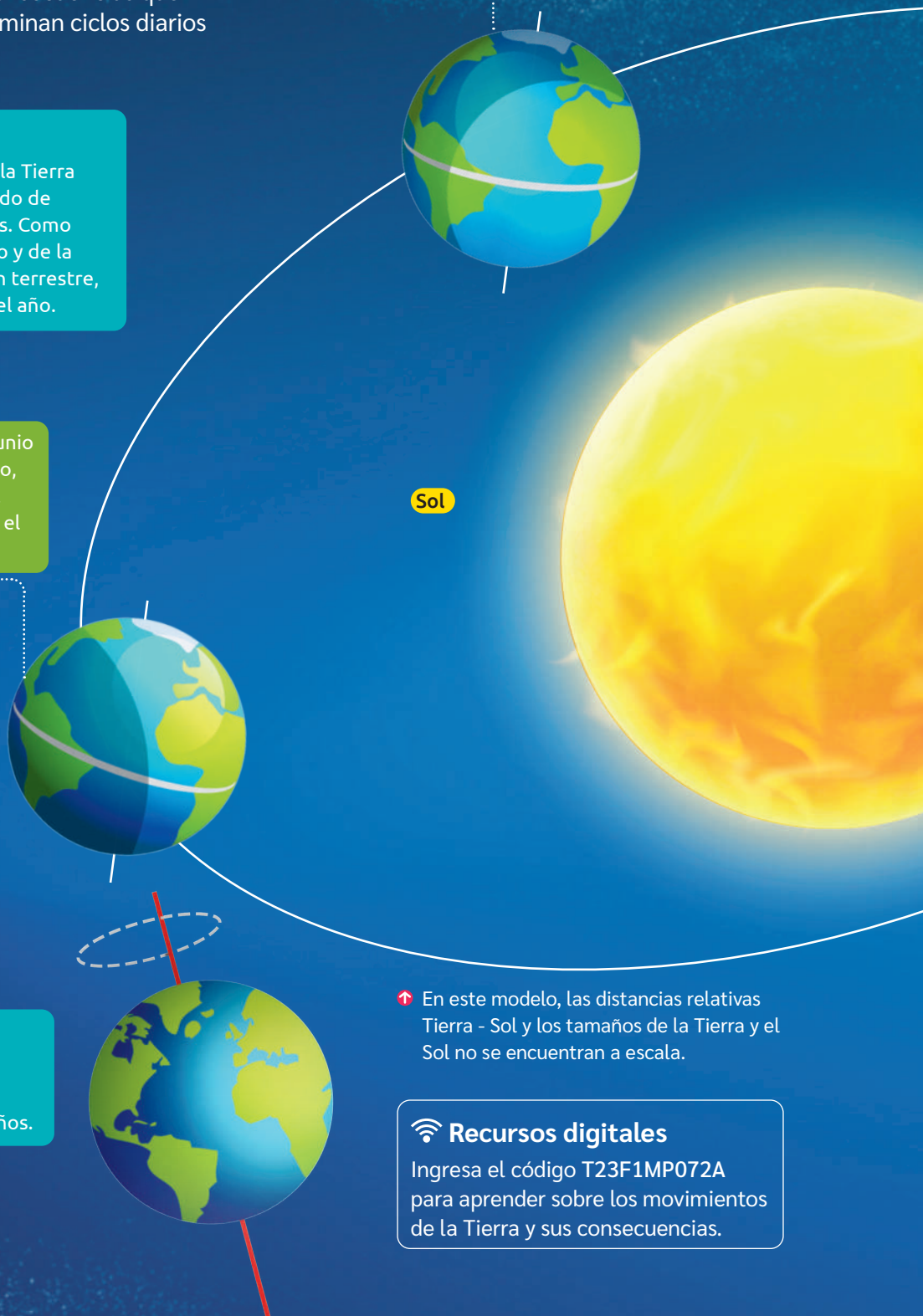
Es el movimiento que realiza la Tierra alrededor del Sol en un periodo de 365 días, 5 horas y 57 minutos. Como resultado de este movimiento y de la inclinación del eje de rotación terrestre, se producen las estaciones del año.

Aproximadamente el 21 de junio de cada año ocurre el solsticio, que da inicio al invierno en el hemisferio sur y al verano en el hemisferio norte.

### Precesión

Es un movimiento de balanceo del eje terrestre, el cual tiene un periodo aproximado de 27 000 años.

Aproximadamente el 21 de marzo de cada año ocurre el equinoccio, que da inicio al otoño en el hemisferio sur y a la primavera en el hemisferio norte.



Sol

↑ En este modelo, las distancias relativas Tierra - Sol y los tamaños de la Tierra y el Sol no se encuentran a escala.

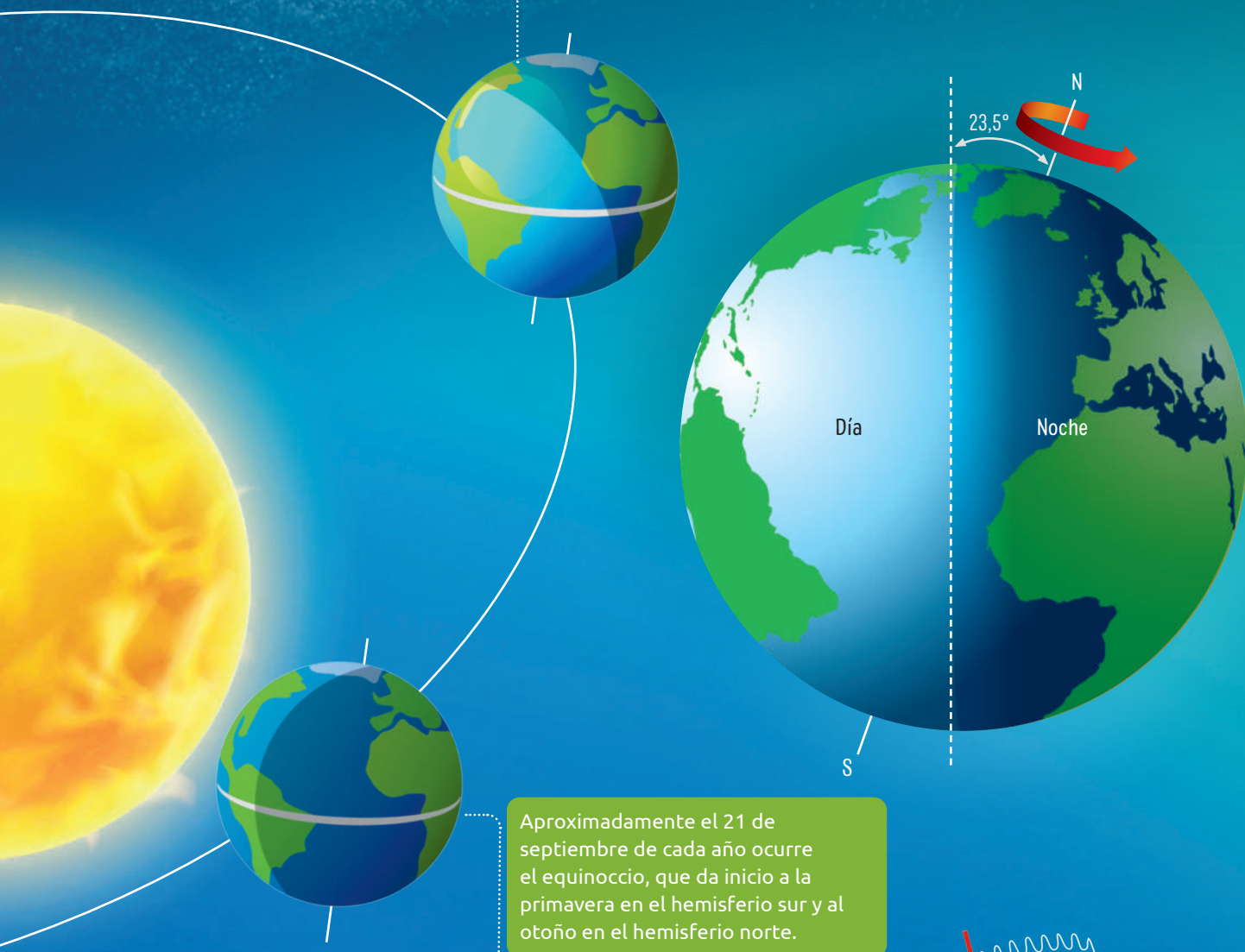
### Recursos digitales

Ingresa el código T23F1MP072A para aprender sobre los movimientos de la Tierra y sus consecuencias.

Aproximadamente el 21 de diciembre de cada año ocurre el solsticio, que da inicio al verano en el hemisferio sur y al invierno en el hemisferio norte.

### Rotación

Es el movimiento que realiza la Tierra sobre su propio eje en el que tarda 23 horas, 56 minutos y 4 segundos. Como consecuencia de este movimiento, se produce la sucesión del día y la noche.



Aproximadamente el 21 de septiembre de cada año ocurre el equinoccio, que da inicio a la primavera en el hemisferio sur y al otoño en el hemisferio norte.

Para entender mejor esta representación, hay que considerar que la distancia media entre la Tierra y el Sol es de aproximadamente 150 000 000 km. Además, los diámetros aproximados de la Tierra y del Sol son 12 700 km y 1 400 000 km respectivamente.

BDA | U2\_ACT\_41 y 42

### Nutación

Es el movimiento de oscilación del eje terrestre, el cual tiene un periodo aproximado de 18 años.





# Consecuencias de los movimientos de la Luna

La Luna, al igual que la Tierra, también rota y se traslada, lo que tiene consecuencias que podemos percibir, como las fases de la Luna y los eclipses. Lo particular de estos movimientos es que tienen la misma duración.

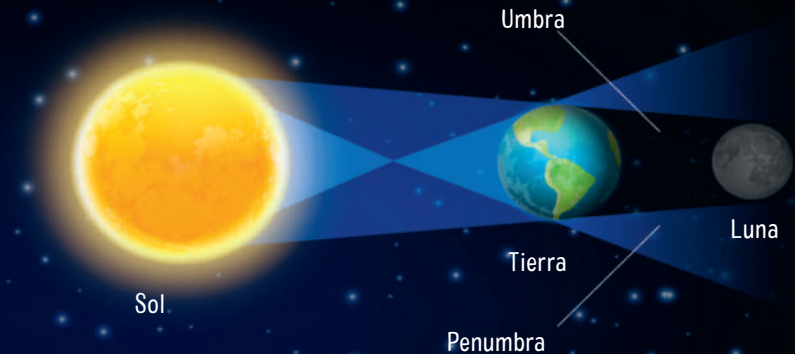
## Recursos digitales

Ingresa el código T23F1MP074A para aprender sobre los tipos de eclipses.

BDA U2\_ACT\_43 y 44

### Eclipse lunar

Ocurre cuando la Tierra se sitúa entre el Sol y la Luna. Para que este fenómeno sea apreciado, los tres cuerpos celestes deben estar más o menos alineados. Además, según las condiciones de la alineación del Sol, la Tierra y la Luna, se distinguen tres tipos de eclipses lunares: total, parcial o penumbral.

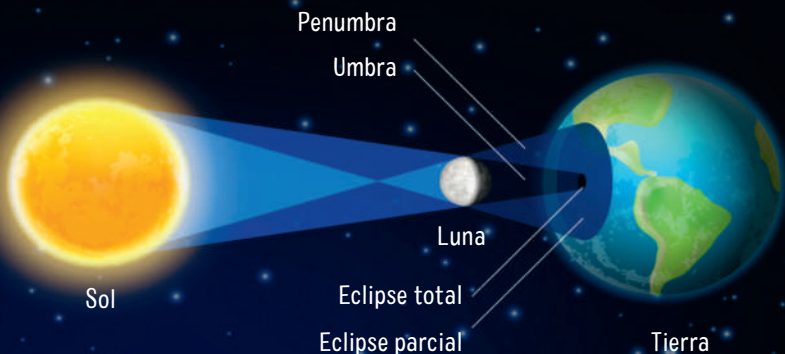


Si observamos un eclipse total de Luna desde la Tierra, veríamos una secuencia como la que se muestra a continuación. En este caso se puede ver que la Luna adquiere una tonalidad rojiza.



### Eclipse solar

Se produce cuando parte de la luz proveniente del Sol es bloqueada por la presencia de la Luna. Esto genera una zona de sombra sobre la superficie de la Tierra. Además, según las condiciones de la alineación del Sol, la Tierra y la Luna, se distinguen tres tipos de eclipse de Sol: total, parcial o penumbral.



Si observamos un eclipse total de Sol desde la Tierra, veríamos una secuencia como la que se muestra a continuación. ¿Cómo debería continuar la secuencia de este eclipse de Sol?



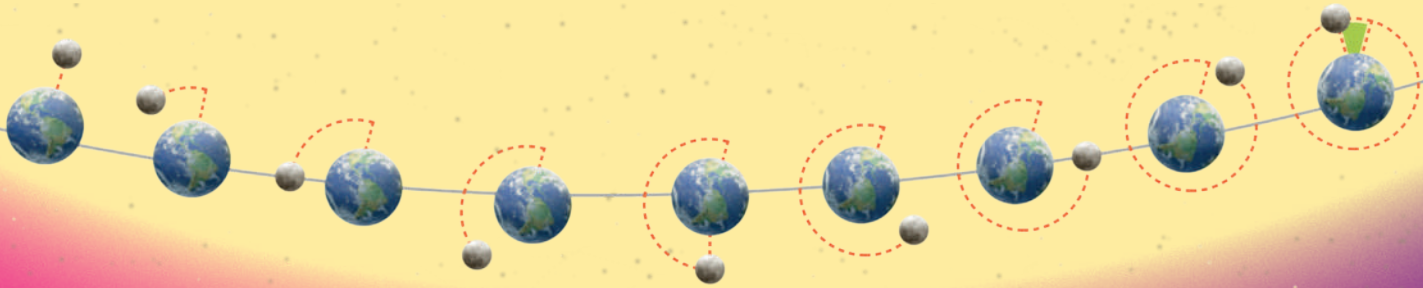


## Fases de la Luna

Corresponde al cambio aparente de la parte visible iluminada debido al cambio de posición en relación con la Tierra y el Sol. El ciclo completo se denomina lunación y es de 29,5 días (29 días, 12 horas y 44 minutos). Al completar su trayectoria, hay un cambio gradual de fases, las que se representan a continuación.

### Recursos digitales

Ingresa el código **T23F1MP075A** para saber más sobre la Luna.



¿Cómo deben ubicarse el Sol, la Tierra, la Luna y una persona para que observe estas fases lunares?

BDA U2\_ACT\_45

Visto desde el hemisferio sur:



Luna nueva



Luna creciente



Cuarto creciente



Gibosa creciente



Luna llena



Gibosa menguante



Cuarto menguante



Luna menguante



Luna nueva

Visto desde el hemisferio norte:



Luna nueva



Luna creciente



Cuarto creciente



Gibosa creciente



Luna llena



Gibosa menguante



Cuarto menguante



Luna menguante



Luna nueva

### Reflexiono sobre lo aprendido

- Si dentro de un tiempo volvieras a resolver esa actividad, ¿serían distintas o parecidas tus respuestas?, ¿por qué?
- ¿Qué nuevas preguntas tienes ahora que te gustaría responder?, ¿a quién recurrirías para responderlas?
- ¿Qué sentiste al aprender sobre el universo y los avances tecnológicos y astronómicos? Ejemplifica.
- ¿Crees que lo aprendido en esta lección ha modificado tu interés por conocer sobre las ciencias? Justifica.

## Desarrollo de productos

FASE 3

Hasta el momento, han investigado y seleccionado la información necesaria para llevar a cabo su proyecto. Ahora es el turno de crear y ajustar el producto final, desarrollar una respuesta para la pregunta guía y preparar la presentación de su trabajo. Para ello, realicen lo siguiente:

- Diseñen el producto que van a realizar y preséntenlo al curso. Argumenten las decisiones que tomaron, considerando su aporte al abordaje de la pregunta guía.
- Evalúen las críticas y los aportes recibidos en la presentación con el fin de mejorar sus productos.
- Reelaboren su producto considerando las críticas y los comentarios que estimen pertinentes.

### ¿AÚN SIN IDEAS?

Acá te presentamos algunas.



Podcast de divulgación científica



Cuentos infantiles

Comunicación astronómica inclusiva



Radio escolar



Juegos de mesa

BDA U2\_ACT\_46 y 47

## Presentación del producto final

FASE 4

Definan la forma en que presentarán o implementarán el producto final de su proyecto y el público al que se lo presentarán.

¡Implementen sus proyectos o comuníquenlos! Luego, respondan:



De las metas planteadas al inicio de este proceso, ¿cuáles se cumplieron y cuáles no?, ¿a qué creen que se debe?

¿Cuán satisfactorio consideran que fue el proyecto realizado? ¿Cómo podrían mejorarlo?

¿Qué impacto piensan que tiene el proyecto en sus propias formas de ver la ciencia?

¿Qué desafíos o ideas pendientes les dejó el proyecto?

¿Qué reflexiones o inquietudes sobre las aplicaciones de la luz en astronomía y el desarrollo de la ciencia y la tecnología les deja la ejecución del proyecto?

## Contaminación lumínica, no solo un riesgo para la astronomía

La creciente urbanización y el auge del turismo han propiciado que la contaminación lumínica aumente aproximadamente en 2% al año en todo el planeta.

Gran parte de esta contaminación proviene de la excesiva luminosidad artificial del alumbrado público, calles, parques, plazas, industrias, estadios o publicidad en pantallas LED. Esta contaminación no solo afecta a la observación astronómica, también daña la salud humana y a muchos seres vivos.

Por lo anterior, a principios de 2022, entró en vigor una modificación a la normativa lumínica que establece la incorporación de la biodiversidad y la salud humana como un objeto de protección adicional a la calidad astronómica del cielo nocturno; la extensión del alcance territorial a todo el país; la reducción en la emisión de luz azul de 15% a 7% en todo el territorio y a 1% en zonas relacionadas con la observación astronómica, entre otros alcances.

Fuente: Luza, V. (21 de marzo de 2022). Día de la astronomía: la nueva norma lumínica y la importancia de recuperar los cielos de Chile. [www.cienciaenchile.cl](http://www.cienciaenchile.cl)

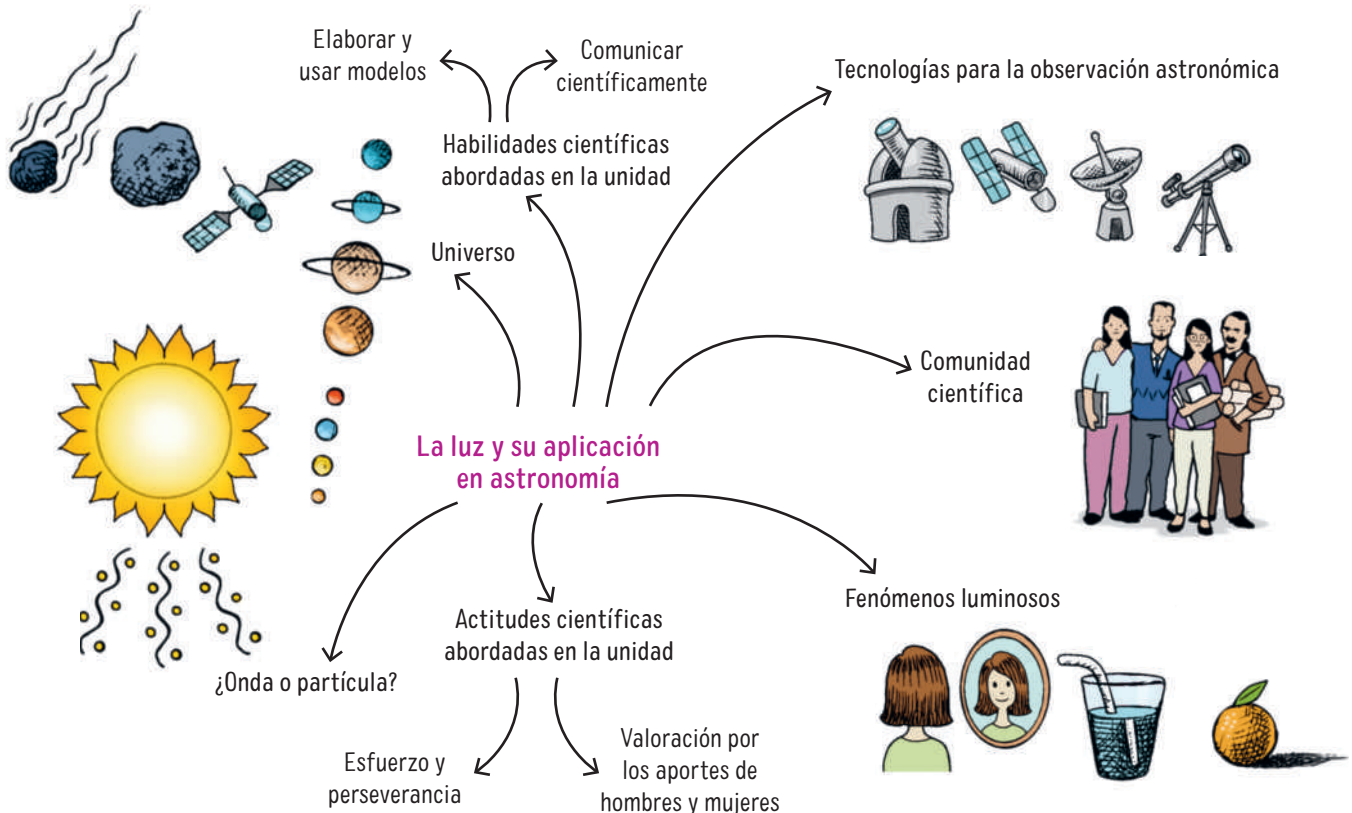


¿De qué manera la comunidad científica puede influir en la implementación o modificación de la normativa chilena? Accede a la fuente de información y discute sobre este tema con tu familia.

¿Qué nuevas medidas se han adoptado al respecto desde la publicación de esta noticia? ¿Cómo esto refleja el impacto del desarrollo científico y tecnológico en los ámbitos social y ambiental?

A continuación, se muestra un mapa mental que resume los principales aprendizajes de la Unidad.

BDA U2\_ACT\_48 a 50







**UNIDAD 1** El movimiento y las fuerzas en nuestro entorno **1**

**Planificamos un proyecto** .....2

**Lección 1:** ¿De qué manera modelamos el movimiento de los cuerpos? .....4

¿Qué conceptos científicos se necesitan para describir un movimiento? .....4

La relatividad del movimiento, reflejo del trabajo colaborativo .....8

Movimiento rectilíneo uniforme ..... 10

Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado... 12

**Cultura científica:** La rapidez de una estrella fugaz ..... 16

**Taller de habilidades:** Aprendiendo a formular hipótesis ..... 17

Movimientos verticales..... 18

**Lección 2:** ¿Qué efectos provocan las fuerzas?..... 20

En ciencias, ¿a qué llamamos fuerza?..... 20

Tipos de fuerzas en nuestro entorno ..... 22

**Taller de habilidades:** Aprendiendo a formular conclusiones científicas ..... 25

**Cultura científica:** Investigador chileno desarrolla una prótesis 3D..... 27

¿Cómo representar las fuerzas? ..... 28

Newton y los principios de la mecánica clásica ..... 30

**¡En acción! Trabajamos en el proyecto**..... 34

**Cultura científica:** Música en equilibrio ..... 35

**Síntesis de la Unidad**..... 35



**UNIDAD 2** Modelos y teorías sobre el universo **37**

**Planificamos un proyecto** ..... 38

**Lección 1:** ¿Cómo ha cambiado lo que sabemos del universo? ..... 40

Evolución de los modelos del universo ..... 40

Más allá de los modelos del universo..... 42

Cosmovisión de los pueblos originarios ..... 44

**Taller de habilidades:** Aprendiendo a formular preguntas de investigación ..... 46

**Cultura científica:** ¿Dónde está el centro del universo? ..... 47

**Lección 2:** ¿Cómo se explica el origen y el futuro del universo? ..... 48

La teoría del Big Bang ..... 48

**Taller de habilidades:** Aprendiendo a analizar científicamente ..... 52

**Cultura científica:** ¿Cómo se llegó a proponer la teoría del Big Bang? ..... 53

¿Cuál podría ser el futuro del universo según las ciencias?..... 54

**¡En acción! Trabajamos en el proyecto**..... 56

**Cultura científica:** Expansión acelerada del universo + Premio Nobel + Chile..... 57

**Síntesis de la Unidad**..... 57

**Glosario científico** ..... 58

**Bibliografía**..... 61

**Créditos**..... 64



TEXTO DEL ESTUDIANTE

# CIENCIAS NATURALES

# FÍSICA 2<sup>o</sup> Medio

**Gabriel Alberto Leiva Rubio**

Licenciado en Educación

Profesor de Física

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

**Nicolás Felipe Sepúlveda Ballesteros**

Licenciado en Ciencias Exactas

Profesor de Educación Media en Matemáticas y Física

Universidad de Chile

**Robbie Andrés Barrera Yáñez**

Licenciado en Educación de Física y Matemática

Profesor de Estado en Física y Matemática

Universidad de Santiago de Chile

**Carolina Nicole Tobar González**

Licenciada en Ciencias Exactas

Profesora de Educación Media en Matemáticas y Física

Universidad de Chile

**Javiera Roxana Poblete Uribe**

Licenciada en Educación de Física y Matemática

Profesora de Estado en Física y Matemática

Universidad de Santiago de Chile

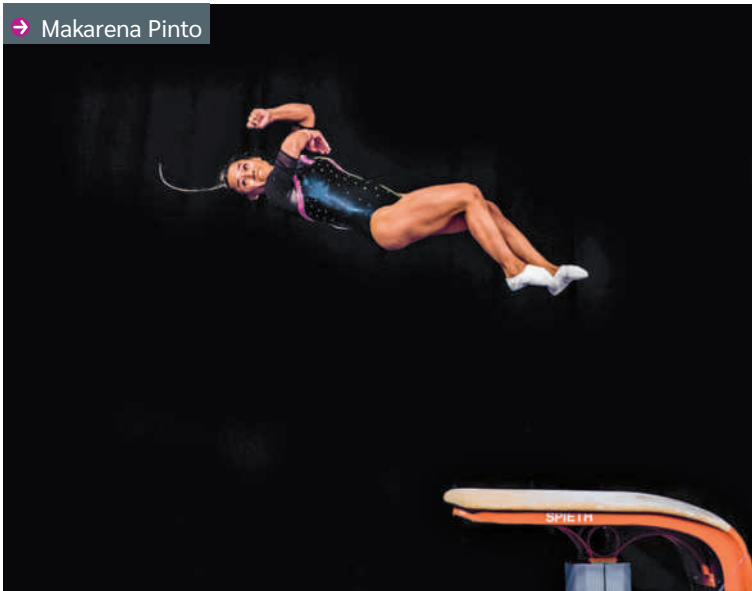




↓ Denisse Van Lamoen



↑ Tomás Couve



→ Makarena Pinto



→ Tomás González



# El movimiento y las fuerzas en nuestro entorno

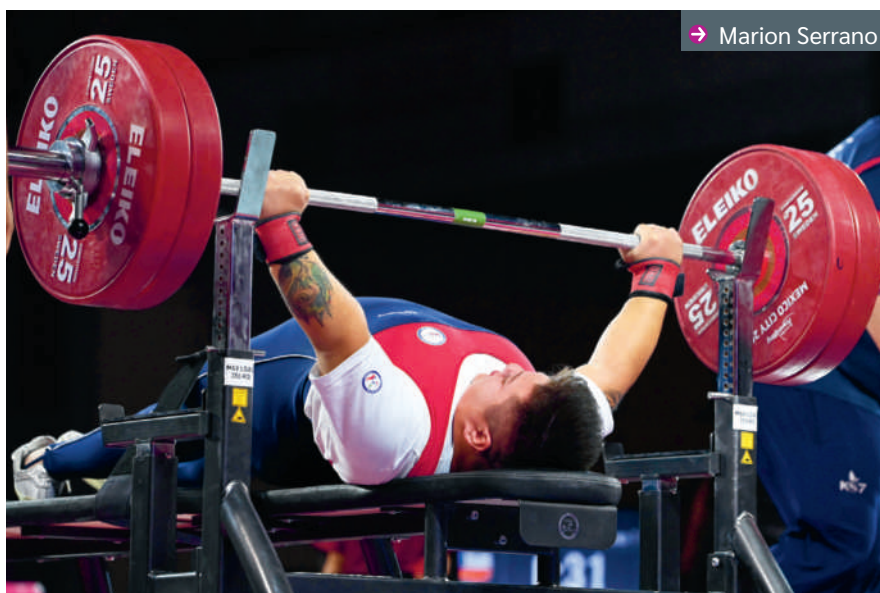


↑ María José Mailliard y Karen Roco

Diversos hallazgos arqueológicos, tanto de utensilios como de estructuras, sugieren que se realizan actividades deportivas desde, por lo menos, el 4 000 a. C. El desarrollo de los diferentes deportes evolucionó a tal punto que los Juegos Olímpicos modernos se han convertido en uno de los eventos deportivos más importantes de todo el mundo. Ahora, independientemente de las razones por las que nacieron los distintos deportes, en la actualidad sabemos que cada uno de ellos se encuentra vinculado a la fuerza y sus efectos en el movimiento.

En algunos deportes se deben realizar movimientos precisos y específicos, por lo que la dirección y la magnitud de las fuerzas deben ser controladas con precisión. Por tanto, la fuerza está directamente relacionada con el deporte y, más específicamente, con el sistema muscular de quien lo practica.

- ¿Habías considerado alguna vez que la mayoría de los deportes implica aplicar fuerzas con técnicas especiales para generar movimientos específicos?, ¿por qué?
- ¿Con qué fines piensas que la comunidad científica se dedica al estudio y al análisis de los deportes?
- Además de un entrenamiento eficiente, ¿qué otros aspectos se deben considerar para alcanzar un buen rendimiento deportivo?

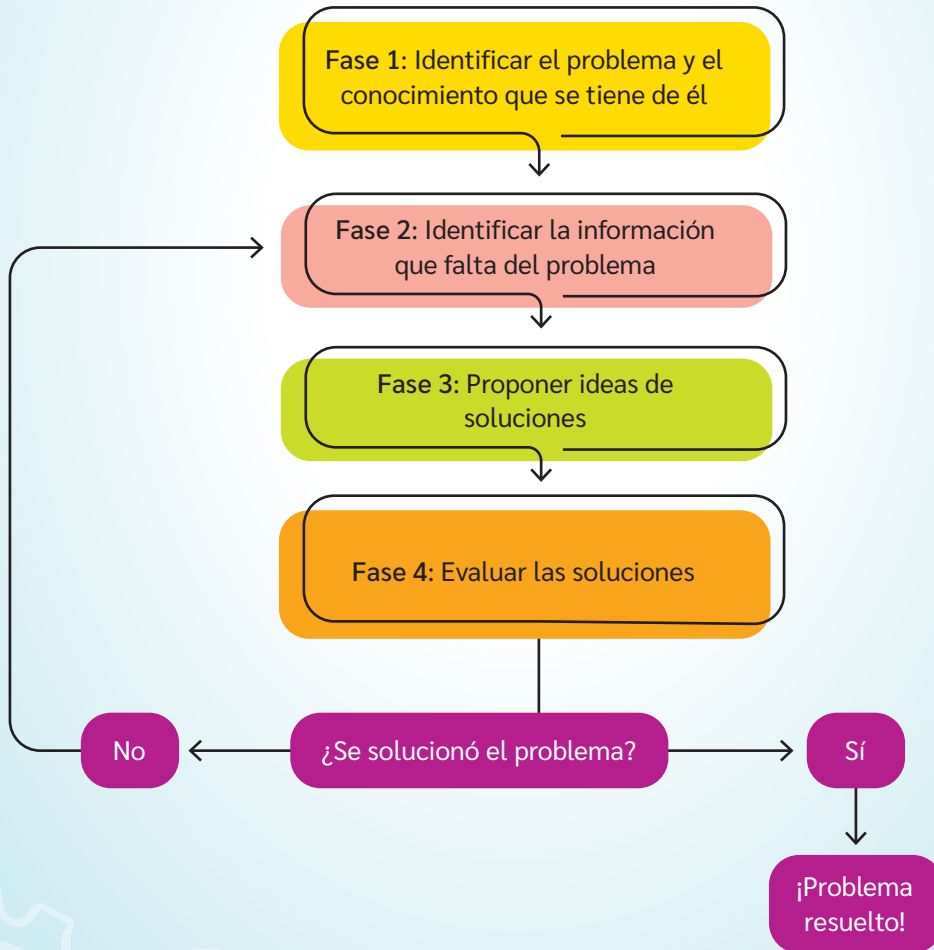


→ Marion Serrano

En esta Unidad, estudiarás el movimiento de los cuerpos y las fuerzas que interactúan en nuestro entorno y que provocan esos movimientos. Para ello, trabajarás a partir de la metodología de **Aprendizaje Basado en Problemas**, en la cual tu aprendizaje se desarrollará sobre la base de un problema tal como en el mundo real: sin una estructura clara ni una respuesta única. De esta manera, podrás describir, predecir y representar los movimientos y las fuerzas ejercidas en cuerpos.

¿Qué te motiva de la propuesta de trabajo para esta Unidad?  
¿Qué expectativas te genera el Aprendizaje Basado en Problemas?

Para el desarrollo de esta metodología, te proponemos formar un grupo de trabajo y considerar las siguientes fases.



Fuente: Eggen, P. y Kauchak, D. (2012). *Estrategias Docentes: Enseñanza de Contenidos Curriculares y Desarrollo de Habilidades de Pensamiento*. Fondo de Cultura Económica.

## FASE 1

### ¡En acción! Trabajamos en el proyecto

Actualmente, muchas personas utilizamos herramientas o instrumentos que simplifican nuestra cotidianidad, mejoran nuestra calidad de vida, nos proporcionan entretenimiento o nos solucionan algún problema. Por ejemplo, en la construcción se utilizan carretillas para trasladar material con menor esfuerzo y poleas para levantar toneladas de masa con facilidad; en la cocina, se utilizan tenazas, abrelatas, sistemas de abrefácil y otras herramientas que amplifican las fuerzas; en los deportes, se utilizan resortes para la construcción de trampolines y materiales elásticos y semielásticos para la vestimenta, las barras y las redes; entre muchos otros ejemplos que utilizan principios físicos relacionados con la fuerza y el movimiento de los cuerpos.

### Identificar el problema

Piensen en las diversas herramientas o instrumentos que utilizan cotidianamente.

- ¿Cuáles de ellas funcionan con base en la aplicación de una fuerza o la puesta en movimiento?
- ¿Qué problema se soluciona con esas herramientas o instrumentos?

Piensen en acciones que realizan habitualmente en las que apliquen fuerzas que se relacionen con el movimiento.

- ¿De qué manera se pueden simplificar o perfeccionar?
- ¿Qué oportunidades visualizan al simplificar o perfeccionar esas acciones?

A partir de las respuestas anteriores, planteen un problema que les gustaría solucionar.

### Identificar lo que sabemos del problema

Piensen en el problema que identificaron:

- ¿Para quiénes es un problema?
- ¿Qué opinan otras personas del problema?
- ¿Cuáles son los temas principales que envuelven el problema?
- ¿Qué conocimientos necesitan para formular una solución?
- ¿A quiénes estará dirigida la solución del problema?
- ¿Qué se espera lograr con la resolución del problema?
- ¿Qué conocimiento científico respalda la problemática y la solución?

BDA | U1\_ACT\_1

Algunas herramientas han sido creadas con un propósito inicial definido y con el objetivo de solucionar un problema. Otras fueron creadas a partir de un hallazgo afortunado e inesperado para buscar la solución a otro problema, lo que se conoce como serendipia. ¿Qué ejemplos conoces de serendipia en la ciencia? ¿Qué tan recurrente será la serendipia en ciencias? Discutan en grupo.



# ¿De qué manera modelamos el movimiento de los cuerpos?

## Exploro mis ideas

- ¿Cómo reconocerías si un cuerpo se encuentra en movimiento o en reposo?
- ¿Con qué finalidad crees que el ser humano describe el movimiento de los cuerpos?
- ¿De qué manera los modelos ayudan a describir el movimiento de los cuerpos?

## ¿Qué conceptos científicos se necesitan para describir un movimiento?

Imagina que estás de paseo en un museo con tu familia, pero te distraes y los pierdes de vista: *¿cómo les indicarías el lugar en que te encuentras?, ¿qué referencias utilizarías para que puedan encontrarte?* Ahora, lleva esta situación a otro escenario, donde un grupo de investigación está describiendo el movimiento de algunos microorganismos o la trayectoria de algún cometa. *¿Cómo describirías ese movimiento?*

Para describir dónde se encuentra un cuerpo o hacia dónde se mueve, se necesita alguna referencia. Y esto ocurre tanto en ciencias como en situaciones cotidianas. En ciencias, y debido a que se estudian movimientos de diferente índole, se suele situar un eje o sistema de ejes coordenados sobre el punto de referencia para comunicar de forma exacta la ubicación de un cuerpo y hacia dónde se mueve.

De esta forma, se establece lo que se denomina **sistema de referencia**. Dependiendo de las dimensiones del movimiento, se pueden utilizar sistemas unidimensionales (recta numérica), bidimensionales (plano cartesiano) o tridimensionales (coordenadas cartesianas espaciales).

Además, a raíz de la definición del sistema de referencia, se puede determinar la **posición** de los cuerpos. Este concepto ha sido definido en ciencias como una **magnitud vectorial** que indica la ubicación de un cuerpo respecto de un sistema de referencia.

¿Qué limitaciones puede tener un sistema de referencia? Explica mediante un ejemplo.



¿Cómo se manifiesta la creatividad y subjetividad en la definición del sistema de referencia del ejemplo? ¿Cómo se podría describir el movimiento de la pelota con otro sistema de referencia?



BDA U1\_ACT\_3

### Movimiento en una dimensión

La pelota da botes y se mueve solamente de forma vertical, por lo que podemos definir su movimiento en una dimensión. En este caso, en función del eje  $y$ .

### Movimiento en dos dimensiones

Al lanzar la pelota, esta realiza un movimiento en dos dimensiones, ya que se mueve de forma vertical y horizontal. En este caso, en función de los ejes  $x$  e  $y$ , ¿cuál será la posición de la pelota cuando alcanza la altura máxima? Representala.

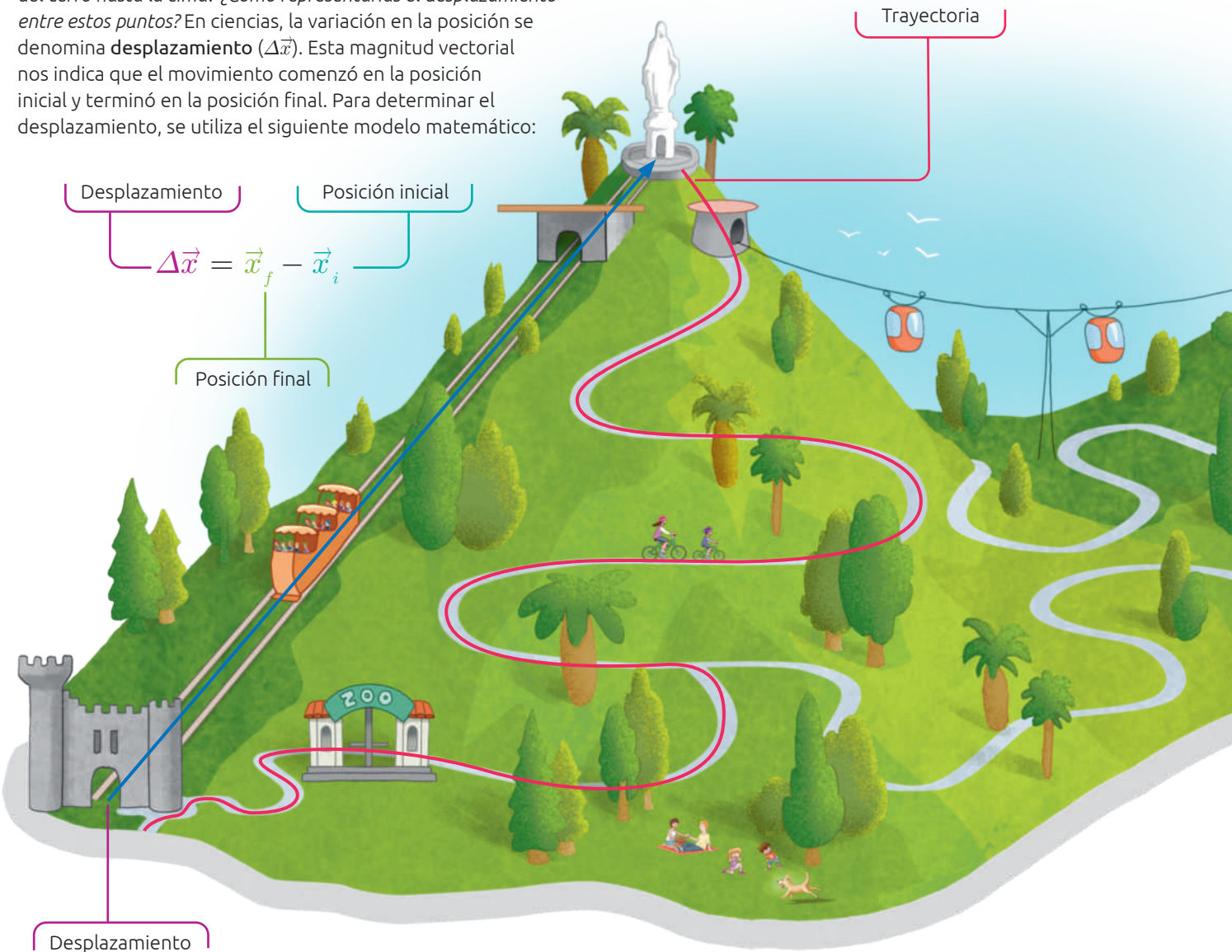
### Movimiento en tres dimensiones

Cuando la pelota cae dentro del aro y comienza a girar describe un movimiento en tres dimensiones, ya que está cayendo (en el eje  $y$ ) además de realizar circunferencias por el canasto de básquetbol (en el plano  $xz$ ).

## Describiendo un movimiento

Imagina que planificas un paseo al cerro con tu familia. De pronto se dan cuenta de que existen diversas rutas para llegar a su destino y, más aún, existen diferentes alternativas para subir el cerro y visitar un atractivo turístico en su cima: subir en bicicleta, caminar por diferentes senderos, subir en un funicular o llegar por el teleférico. ¿Cómo podrían escoger su ruta? ¿En qué podrían basarse para tomar una decisión?

¿Cuál crees que es la ruta más corta para llegar desde los pies del cerro hasta la cima? ¿Cómo representarías el desplazamiento entre estos puntos? En ciencias, la variación en la posición se denomina **desplazamiento** ( $\Delta\vec{x}$ ). Esta magnitud vectorial nos indica que el movimiento comenzó en la posición inicial y terminó en la posición final. Para determinar el desplazamiento, se utiliza el siguiente modelo matemático:



¿Tus ideas respecto a los conceptos trabajados en estas páginas eran coincidentes con los que define la ciencia? ¿Qué tan probable es que lo que a ti te ocurrió también le suceda a quienes investigan?

Desplazamiento

Posición inicial

$$\Delta\vec{x} = \vec{x}_f - \vec{x}_i$$

Posición final

Trayectoria

Desplazamiento

En física, la **trayectoria** corresponde a todo el camino recorrido para ir de un lugar a otro. A su vez, la **distancia** ( $d$ ) corresponde a la longitud de la trayectoria. La distancia es definida como una magnitud escalar, lo que significa que no considera la dirección ni el sentido, sino que solamente la magnitud. Según el Sistema Internacional (SI) de unidades, la distancia se mide en metros (m).

📍 Parque Metropolitano de Santiago.

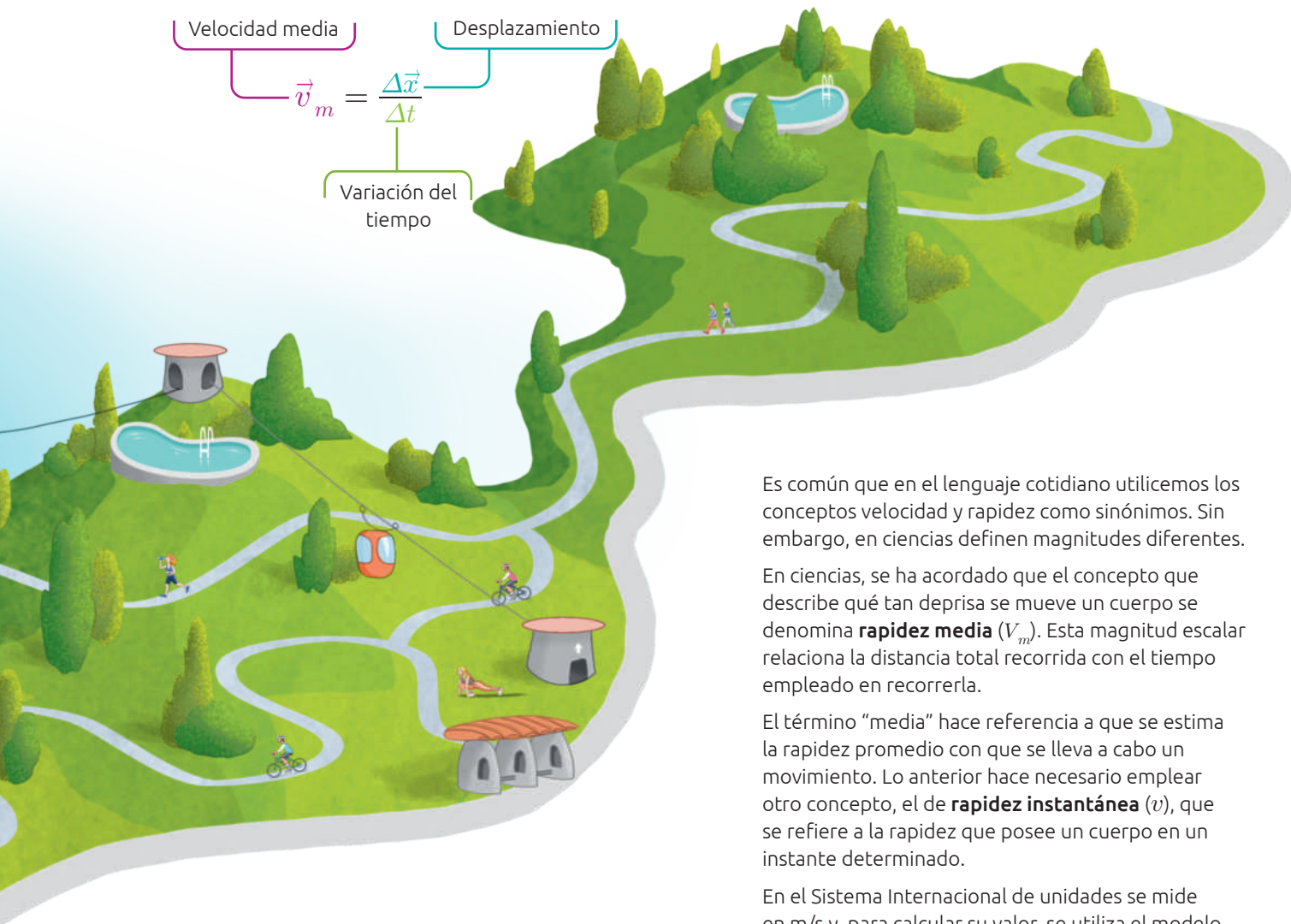


En ciencias, se definió una magnitud que relaciona el desplazamiento con el tiempo empleado en desplazarse, denominada **velocidad media** ( $\vec{v}_m$ ). Para calcular su valor, se utiliza el modelo descrito.

Al igual que con el concepto de rapidez, se puede distinguir la velocidad media de la instantánea ( $\vec{v}$ ). Esta última hace referencia a la velocidad que posee un cuerpo en un instante determinado.

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

Labels in the diagram:  
 -  $\vec{v}_m$ : Velocidad media  
 -  $\Delta \vec{x}$ : Desplazamiento  
 -  $\Delta t$ : Variación del tiempo



Es común que en el lenguaje cotidiano utilicemos los conceptos velocidad y rapidez como sinónimos. Sin embargo, en ciencias definen magnitudes diferentes.

En ciencias, se ha acordado que el concepto que describe qué tan deprisa se mueve un cuerpo se denomina **rapidez media** ( $v_m$ ). Esta magnitud escalar relaciona la distancia total recorrida con el tiempo empleado en recorrerla.

El término “media” hace referencia a que se estima la rapidez promedio con que se lleva a cabo un movimiento. Lo anterior hace necesario emplear otro concepto, el de **rapidez instantánea** ( $v$ ), que se refiere a la rapidez que posee un cuerpo en un instante determinado.

En el Sistema Internacional de unidades se mide en m/s y, para calcular su valor, se utiliza el modelo matemático descrito.

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

Labels in the diagram:  
 -  $v_m$ : Rapidez media  
 -  $d$ : Distancia recorrida  
 -  $\Delta t$ : Variación del tiempo

¿De qué manera los modelos matemáticos permiten describir y explicar los fenómenos que se estudian? ¿Cómo se beneficia el trabajo científico del conocimiento de otras disciplinas y viceversa?

### ¡EN ACCIÓN! Trabajamos en el proyecto

#### FASE 2

Reúnanse en sus equipos de trabajo y respondan:

- ¿Utilizarán algún modelo matemático para abordar el problema?
- ¿Cuáles de los conceptos presentes en estas páginas necesitan profundizar?

BDA U1\_ACT\_4 a 8

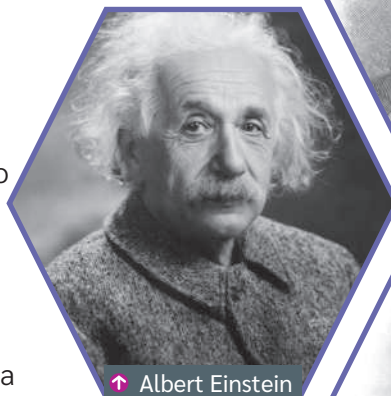
## La relatividad del movimiento, reflejo del trabajo colaborativo

La posibilidad de describir un mismo movimiento desde diferentes sistemas de referencia ha permitido introducir un nuevo concepto científico: la relatividad.

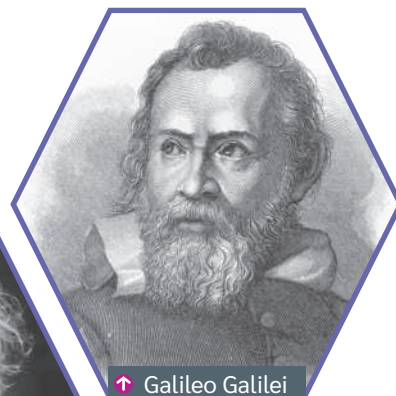
Galileo Galilei fue una de las primeras personas en demostrar el movimiento relativo de los cuerpos. Su trabajo ha sido de gran utilidad para estudiar y predecir magnitudes como las que se han estudiado hasta el momento. Sin embargo, falla al momento de describir el movimiento relativo de los cuerpos que viajan a rapidez tan altas como la de la luz.

Como el conocimiento científico puede tener limitaciones y es susceptible de ajustes en la medida en que se obtiene nueva evidencia, Albert Einstein planteó una teoría para explicar y describir los movimientos que la teoría de la relatividad de Galileo no permite. Sin embargo, el planteamiento de la teoría de la relatividad de Einstein no hubiese sido posible sin el conocimiento matemático desarrollado por Emmy Noether, física y matemática alemana del siglo pasado, conocida como la madre de la matemática moderna.

Veamos, a continuación, cómo se describe la trayectoria relativa en términos cualitativos.



↑ Albert Einstein



↑ Galileo Galilei



↑ Emmy Noether

¿Qué valor le atribuyes al aporte realizado por Emmy Noether?

Considerando el punto de vista de la atleta, la pelota describe una trayectoria rectilínea vertical.

BDA U1\_ACT\_9 y 10



Si la trayectoria se percibe diferente según quien observa, ¿qué opinas de que la ciencia se base en observaciones? ¿Qué utilidad le atribuyes a describir un movimiento a partir de un sistema de referencia?

En cambio, desde un observador en reposo ubicado frente a la deportista, la pelota describirá una trayectoria parabólica.

Como ya sabes, los movimientos dependen del sistema de referencia desde el cual se los describe. Por esa razón, en ciencias se desarrollaron los conceptos de trayectoria relativa y de velocidad relativa.

Para trabajar la relatividad de la velocidad, en física se ha establecido un modelo matemático. A partir de él, la velocidad media de un sistema A, medida por un/a observador/a B que se mueve con cierta velocidad, queda determinada por la siguiente expresión:

$$\vec{v}_{A/B} = \vec{v}_A - \vec{v}_B$$

Velocidad de A respecto de B

Velocidad de B respecto de un/a observador/a en reposo

Velocidad de A respecto de un/a observador/a en reposo



¿Qué diferencia existe en la trayectoria si cambiamos el/la observador/a?

¿A qué velocidad verá que es adelantada?

¿Con qué velocidad percibirá que se adelanta?

Si otro ciclista viene en sentido contrario a una rapidez de 8 km/h, ¿con qué velocidad percibirá su movimiento?

12 km/h

12 km/h

10 km/h

10 km/h

### ¡EN ACCIÓN! Trabajamos en el proyecto

#### FASE 2

- ¿Cuáles de las ideas presentadas en estas páginas forman parte del problema o de su solución?
- ¿A quién podrían pedir más información para identificar si su problema considera las ideas presentadas en estas páginas?, ¿por qué?

¿Qué puedes inferir de la situación planteada? ¿Cómo definirías el concepto de movimiento?

¿En qué situaciones cotidianas aplicarías la relatividad de la velocidad?



## Movimiento rectilíneo uniforme

Actualmente, para describir el movimiento de los cuerpos, la comunidad científica utiliza los conceptos de posición, desplazamiento, distancia recorrida, trayectoria, rapidez y velocidad. Sin embargo, para estudiar y predecir los movimientos, hace falta algo más que la definición de estos conceptos; es preciso simplificar el movimiento, despreciar ciertas variables y asumir ciertas convenciones.

Por ejemplo, un **movimiento uniforme** se caracteriza por tener rapidez constante, es decir, un cuerpo que realiza este tipo de movimiento recorrerá distancias iguales en tiempos iguales. Ahora bien, un **movimiento rectilíneo uniforme** (MRU) suma a la característica anterior el hecho de que la trayectoria que sigue el móvil es una línea recta.

En la realidad, los movimientos no son uniformes ni ocurren en una sola dimensión. Sin embargo, esta sencilla suposición implicaría que, en un MRU, la magnitud del desplazamiento es igual a la distancia recorrida y el módulo de la velocidad coincide en todo momento con la rapidez. Por lo tanto, al utilizar el conocimiento desarrollado por la matemática, quienes se dedican al estudio de la física concluyeron que:

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

¿Qué tan frecuente es que la comunidad científica opte por despreciar variables o realizar suposiciones para construir conocimiento? ¿Qué pasaría con lo que sabemos sobre el movimiento si se obtiene evidencia de que alguna variable no debía ser despreciada?

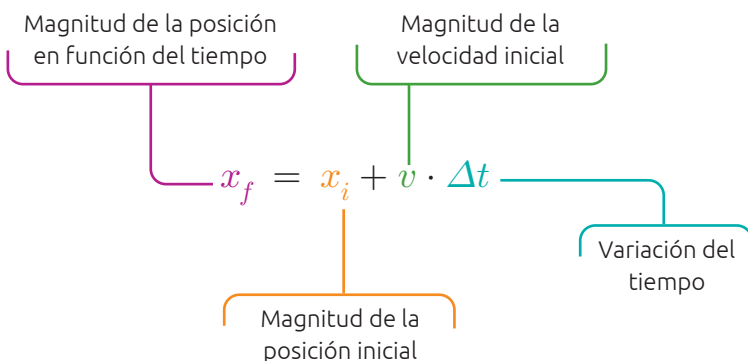


### Conecto con...

#### Matemática

La expresión matemática que describe la posición en función del tiempo en un MRU es una función lineal, que se puede expresar como  $x(t) = x(0) + v \cdot t$ , donde  $v$  es la velocidad constante,  $t$  es el tiempo transcurrido, y  $x(0)$  es la posición inicial.

Del modelo matemático anterior y asumiendo que las magnitudes vectoriales pueden ser consideradas como escalares, se desprende la llamada **ecuación de itinerario de posición para un MRU**.



Veamos, a continuación, cómo describir el movimiento de un cuerpo cuando suponemos que se modela como un MRU mediante el uso de datos tabulados y gráficos.

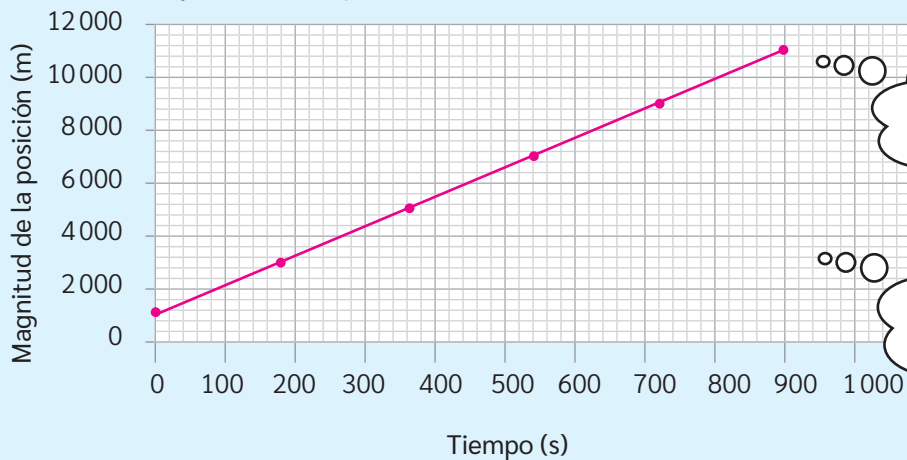


La **velocidad crucero** para automóviles es un sistema integrado al vehículo que regula los diferentes mecanismos para que este mantenga la rapidez que el usuario indicó inicialmente. Desde su aparición, en 1958, ha evolucionado y mejorado en términos de automatismo y seguridad. Sin embargo, su base científica ha permanecido invariable: condicionar al automóvil para que describa un MRU.

Supongamos que un automóvil activa su velocidad crucero a 40 km/h (11,1 m/s), pero comienza a registrar el tiempo y la variación de la posición cuando ya avanzó 1 000 m respecto de un sistema de referencia conocido. Sus datos serían algo así como:

Tiempo (s)	0	180	360	540	720	900
Posición (m)	1 000	3 000	5 000	7 000	9 000	11 000

Representación gráfica del movimiento de un automóvil en el tiempo



¿Qué representará la pendiente de este gráfico?

¿Qué distancia ha recorrido a los 15 minutos?  
¿Qué distancia recorrerá luego de 1 hora?

Representación gráfica de la rapidez de un automóvil en el tiempo



¿Qué representará el área bajo la curva en este gráfico?

BDA | U1\_ACT\_11 y 12

### Recursos digitales

Ingresa el código **T23F2MP011A** para aprender a analizar los gráficos del MRU.

Es común que en física se utilicen tablas y gráficos para representar las características de un fenómeno. ¿Por qué piensas que se utilizan estas representaciones? ¿Qué ventajas y limitaciones ofrecen estas representaciones?

## Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado

En la vida real, rara vez un movimiento es uniforme. Por ejemplo, una persona que camina por la calle a veces va más rápido, otras más lento, o bien puede detenerse, doblar en una esquina o retroceder. Es decir, la velocidad de los cuerpos no es constante y, cada vez que esta se modifica, existe una **aceleración**.

La variación de velocidad que experimenta un cuerpo en un determinado tiempo es lo que en ciencias se denomina **aceleración media**.

En el Sistema Internacional de unidades, la aceleración es una magnitud vectorial que se mide en  $m/s^2$  y se puede determinar utilizando el siguiente modelo matemático:

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

Variación de velocidad

Variación del tiempo

¿Cómo se debería ajustar el modelo matemático para representar una aceleración negativa? ¿Qué implica en la vida cotidiana que un cuerpo posea aceleración negativa?

BDA U1\_ACT\_13 y 14

Entonces, la aceleración involucra cualquier cambio en la velocidad, ya sea un aumento o una disminución, o bien un cambio en la dirección o sentido del movimiento. Si un cuerpo cambia de velocidad en la misma cantidad en intervalos de tiempos iguales, entonces se dice que su aceleración es constante. Este tipo de movimiento se conoce como movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA).

Veamos, a continuación, cómo describir, mediante el uso de datos tabulados y gráficos, el movimiento de un cuerpo cuando suponemos que se comporta como un MRUA.





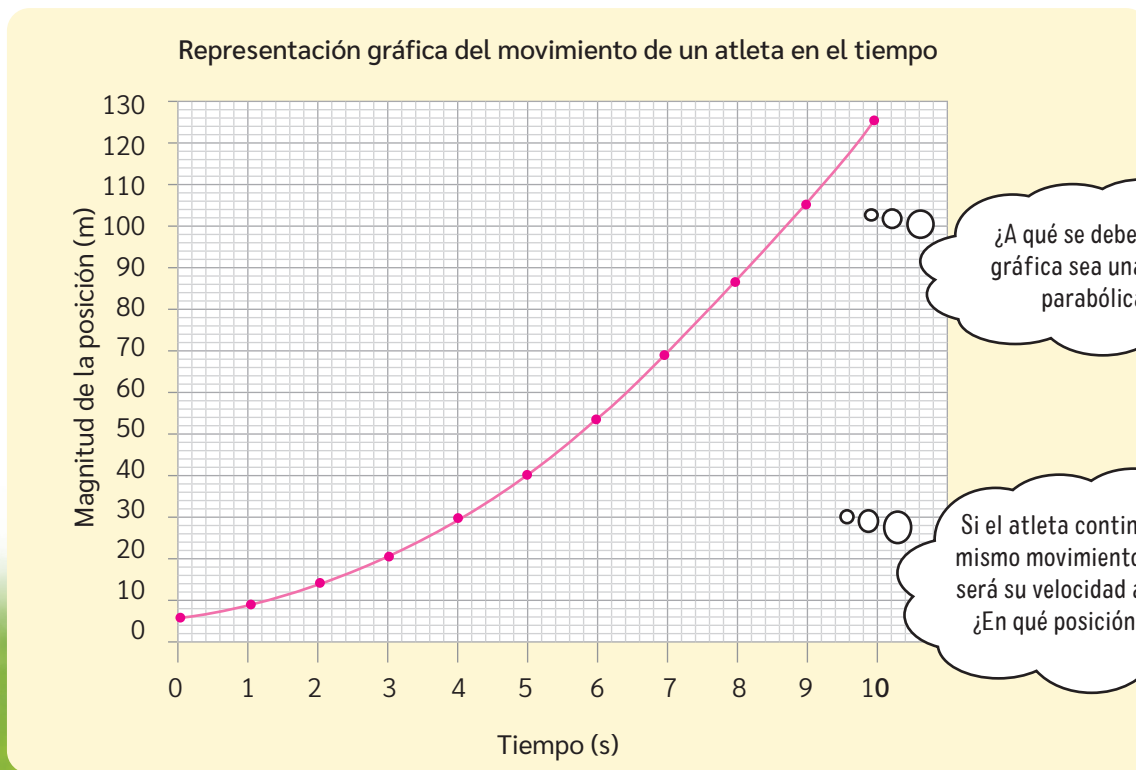
Un equipo científico quería estudiar el movimiento de un atleta. Para ello, midieron la posición del atleta cada cierto tiempo y su velocidad. Luego, tabularon los datos de la siguiente manera:

¿Cómo la tecnología y la ciencia han permitido realizar mediciones cada vez más precisas? Reflexionen en grupos.

Tiempo (s)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Posición (m)	5	8	13	20	29	40	53	68	85	104	125
Velocidad (m/s)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22

## Análisis del gráfico posición-tiempo de un MRUA

Si suponemos que el atleta describe un MRUA, la distancia recorrida se incrementará por cada unidad de tiempo. Por lo tanto, al graficar la variación de la posición en el tiempo, obtenemos una curva como la siguiente:



## Análisis del gráfico aceleración-tiempo de un MRUA

Continuando con el ejemplo del atleta, con los datos tabulados y el modelo matemático, es posible calcular la aceleración media del atleta.

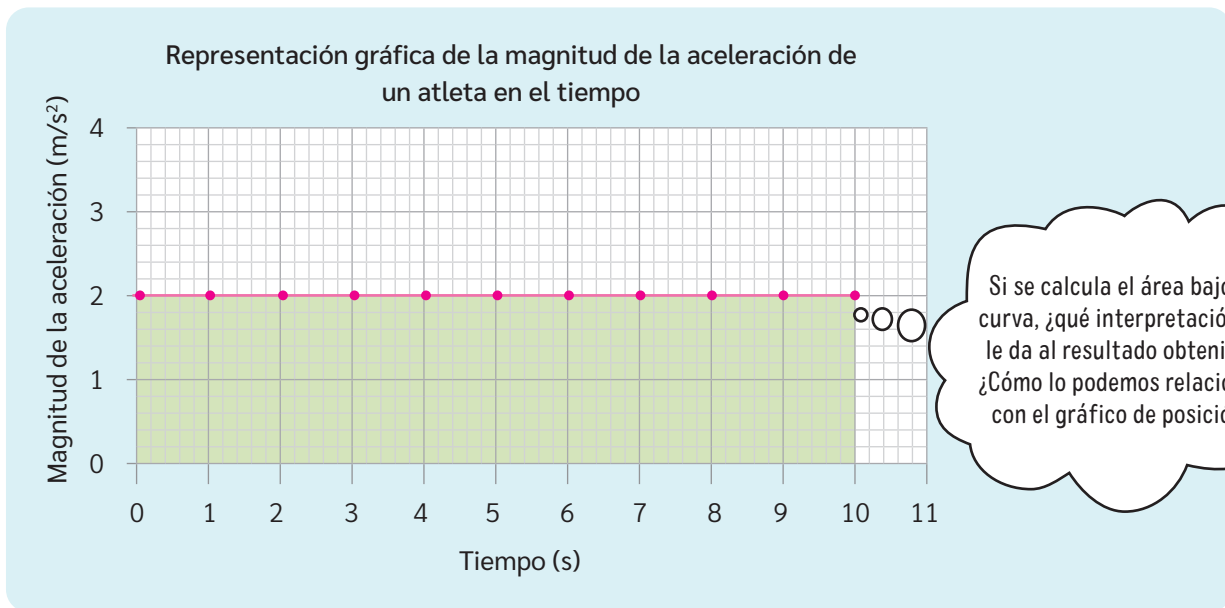
Con ayuda de algunas operaciones matemáticas, se puede desarrollar el siguiente cálculo para la magnitud de la aceleración:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

$$a_m = \frac{22 \text{ m/s} - 2 \text{ m/s}}{10 \text{ s} - 0} = \frac{20 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}^2$$

Determinar la magnitud de la aceleración, y de cualquier variable vectorial, nos permite cuantificar el valor numérico de la variable sin considerar sus características vectoriales como la dirección y sentido.

Por lo tanto, como se supone que el atleta acelera de manera constante, el gráfico en función del tiempo sería similar al siguiente:



El área limitada bajo la curva (en color verde) corresponde a la variación del módulo de la velocidad ( $\Delta v$ ), de manera que:

$$\Delta v = a \cdot \Delta t$$

$$v_f - v_i = a \cdot \Delta t$$

$$v_f = v_i + a \cdot \Delta t$$

$v_f$  = Magnitud de la velocidad final

$a$  = Magnitud de la aceleración

$v_i$  = Magnitud de la velocidad inicial

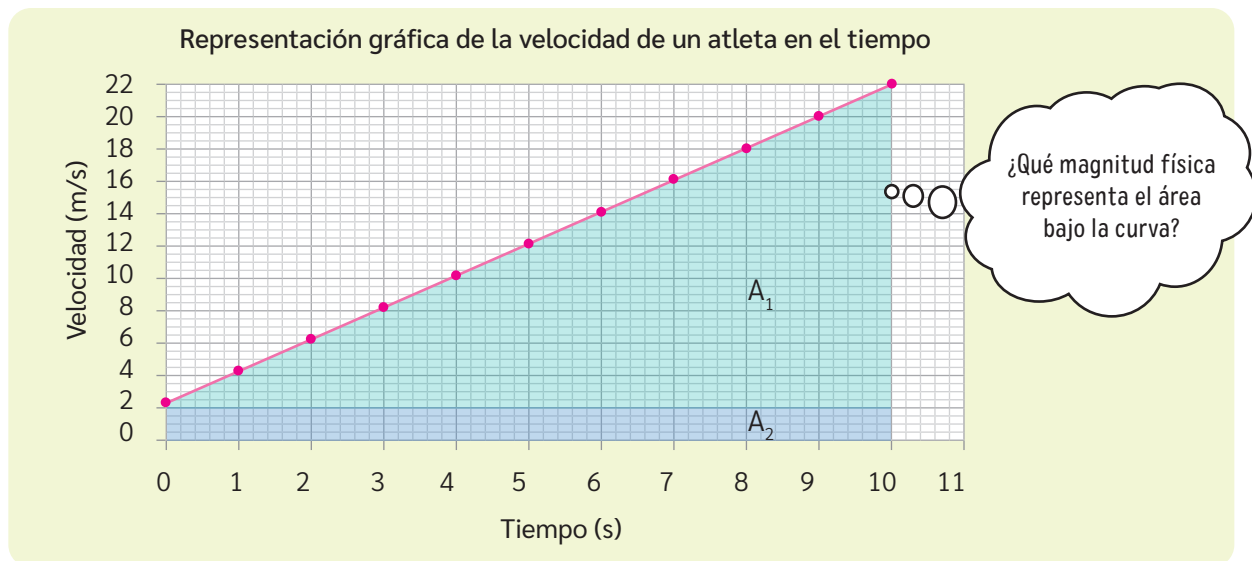
$\Delta t$  = Variación del tiempo

El análisis de los movimientos es un proceso que requiere el dominio de la operatoria matemática. ¿Cómo se refleja el carácter colaborativo de la ciencia en esta situación? ¿En qué otras situaciones la ciencia utiliza el conocimiento de otras disciplinas para sus investigaciones?

Esta última expresión matemática se la conoce en física como **ecuación de itinerario de la velocidad para un MRUA**.

## Análisis del gráfico velocidad-tiempo de un MRUA

Como sabes, cuando un cuerpo describe un MRUA, su velocidad cambia de forma constante en el tiempo. Por lo tanto, si graficamos los datos tabulados en el movimiento del atleta, se obtiene lo siguiente:



En este tipo de movimiento, el gráfico de la velocidad en función del tiempo corresponde a una recta. El área bajo la recta corresponde al desplazamiento, que en este caso es igual a la distancia recorrida, y se puede calcular sumando las áreas  $A_1$  y  $A_2$ , es decir:

BDA U1\_ACT\_15 a 18

$A_1 = \text{área triángulo}$ $A_1 = \frac{(\Delta v \cdot \Delta t)}{2}$	$A_2 = \text{área rectángulo}$ $A_2 = v_i \cdot \Delta t$	$A = \text{distancia recorrida}$ $A = \Delta x = x_f - x_i$
--	--	--

$$A = A_1 + A_2$$

$$x_f - x_i = \frac{\Delta v \cdot \Delta t}{2} + v_i \cdot \Delta t$$

$$x_f - x_i = \frac{a \cdot t^2}{2} + v_i \cdot \Delta t$$

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

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

$x_f$  = Magnitud de la posición final

$x_i$  = Magnitud de la posición inicial

$a$  = Magnitud de la aceleración

$v_i$  = Magnitud de la velocidad inicial

$\Delta t$  = Variación del tiempo

Esta última expresión matemática se la conoce en física como **ecuación de itinerario de la posición para un MRUA**.

### ¡EN ACCIÓN! Trabajamos en el proyecto

FASE 2

Reúnanse en sus equipos de trabajo y discutan en torno a las herramientas matemáticas que podrían utilizar para solucionar el problema que identificaron. ¿Qué cálculos deben realizar? ¿Necesitan recopilar datos y elaborar gráficos? ¿Cómo lo harán?



## La rapidez de una estrella fugaz

En ciencias, se llama **meteoroides** a toda roca en el espacio cuyo diámetro es menor que 50 m. Los meteoroides pueden ser restos de un cometa o remanentes de la creación del sistema solar. Cuando estas rocas son atraídas a la Tierra por acción de la gravedad, comienzan a ingresar a la atmósfera con una rapidez de caída de hasta 70 000 km/h (con esa rapidez podrías dar una vuelta completa a la Tierra en menos de 45 minutos).

Esta gran velocidad se traduce en una enorme cantidad de energía cinética, de la cual una pequeña cantidad se transforma en luz, lo que popularmente se conoce como **estrella fugaz** y científicamente se denomina como **meteoro**. Lo que quede del meteoroides en la superficie terrestre se llama **meteorito**, y es la roca que podemos analizar para aprender más sobre nuestro sistema planetario.

En Chile, hay evidencias de la caída de meteoros. El cráter de Monturaquí en el desierto de Atacama es un ejemplo de ello. Tiene un diámetro de 350 m y más de 30 m de profundidad. Además, se infiere que fue creado por un impacto equivalente a 2 bombas atómicas hace 660 mil años.

Fuente: Fajardo, M. (27 de junio de 2017). Con visita a cráter de meteorito cerca de Antofagasta se celebra el Día del Asteroide. [www.elmostrador.cl](http://www.elmostrador.cl)



El desarrollo de tecnología ha permitido medir o estimar la rapidez de un meteoro y estudiar estas rocas. ¿De qué manera la ciencia se beneficia de la tecnología y, a su vez, la tecnología se beneficia de la ciencia?

BDA | U1\_ACT\_19

### Gran idea de la ciencia

Actualmente, sabemos que el movimiento de un cuerpo depende de las interacciones en que participa. ¿Cómo sería la rapidez con la que cae un meteoro si la composición de la atmósfera terrestre fuese distinta?

## CIENTÍFICA PIONERA en el estudio de meteoritos

En Chile, una de las mayores autoridades en meteoritos es la **geóloga Millarca Valenzuela**, académica del Departamento de Ciencias Geológicas de la Universidad Católica del Norte, investigadora del Centro Basal de Excelencia en Astrofísica y Tecnologías Asociadas, y del Instituto Milenio de Astrofísica. Es la curadora del repositorio nacional de meteoritos, actualmente ubicado en el Museo Geológico del Servicio Nacional de Geología y Minería, y otros pequeños repositorios en diferentes universidades chilenas. La científica señala que el norte de Chile es privilegiado para encontrar meteoritos, ya que sus condiciones de aridez son tan antiguas que puede albergar estas rocas que cayeron hace millones de años. De hecho, no existen registros de meteoritos caídos al sur de Santiago.

Sin embargo, actualmente están en peligro, dado que, al no estar protegidos legalmente, expediciones extranjeras vienen a buscarlos y los sacan sin ninguna restricción. Ella lidera las acciones para que los meteoritos chilenos sean protegidos legalmente.

Fuente: Becerra, A. (19 de enero de 2018). Millarca Valenzuela, la científica chilena que es pionera en el estudio de meteoritos. <https://radio.uchile.cl/>

Hasta hace poco el estudio de meteoritos en Chile era un campo inexplorado. Sin embargo, hace casi 10 años esta realidad comenzó a cambiar. ¿A qué crees que se deba este hecho? ¿Cómo crees que se investigará sobre meteoritos en 100 años?

CIENCIA EN CHILE



## Aprendiendo a formular hipótesis

Una **hipótesis** es una explicación o respuesta tentativa a una pregunta de investigación y que puede ser validada mediante evidencia obtenida de un procedimiento experimental.

A continuación, te invitamos a formular una hipótesis que responda la siguiente pregunta de investigación:

*¿Qué relación existe entre la masa de diferentes bolitas que son soltadas de la misma altura y el tiempo que tardan en caer?*



PASO

### 1 → Identifica las variables de estudio

Una variable es un factor que modifica el fenómeno que se quiere estudiar, entendiendo que muchos fenómenos dependen de más de una variable. En este caso, se espera estudiar el movimiento que describen las bolitas al caer desde cierta altura. Entonces:

- ¿Qué variables están involucradas?
- ¿Cuáles de ellas son las variables independiente y dependiente?

Recuerda que la variable independiente es la que se manipula durante el procedimiento experimental y la dependiente es la condición que se obtiene por efecto de la independiente.

PASO

### 2 → Relaciona las variables de la pregunta de investigación

Para relacionar las variables te puedes preguntar:

- ¿Qué sabes de la caída de los cuerpos?
- ¿Qué movimiento describe la caída de las bolitas?
- ¿Qué otras variables vas a despreciar o bajo qué supuestos vas a trabajar?
- ¿Qué pasaría con la variable dependiente si la independiente aumenta o disminuye?

PASO

### 3 → Plantea una respuesta anticipada según las relaciones establecidas

Esta respuesta orienta los resultados esperables en una investigación. Por ello, los resultados y la evidencia obtenida determinarán si la hipótesis es válida o si es necesario reformularla. ¿Cuál sería la respuesta tentativa a la pregunta de investigación?

Imagina que cuentas con los materiales necesarios para poner a prueba la hipótesis. ¿Qué necesitarías para validar la hipótesis? ¿Qué pasaría si la hipótesis no se valida?

¿Qué tan de acuerdo estás con que la comunidad científica se interese en estudiar a partir de hipótesis no validadas? ¿Qué piensas que es más común en ciencias: validar hipótesis o reformularlas?, ¿por qué?

BDA U1\_ACT\_20

## Movimientos verticales

Cuenta la leyenda que Galileo Galilei soltó, desde lo alto de la torre de Pisa, dos bolitas de distinta masa para demostrar que ambas llegaban al mismo tiempo al suelo. ¿Qué se hubiese observado si efectivamente dejara caer las bolitas?

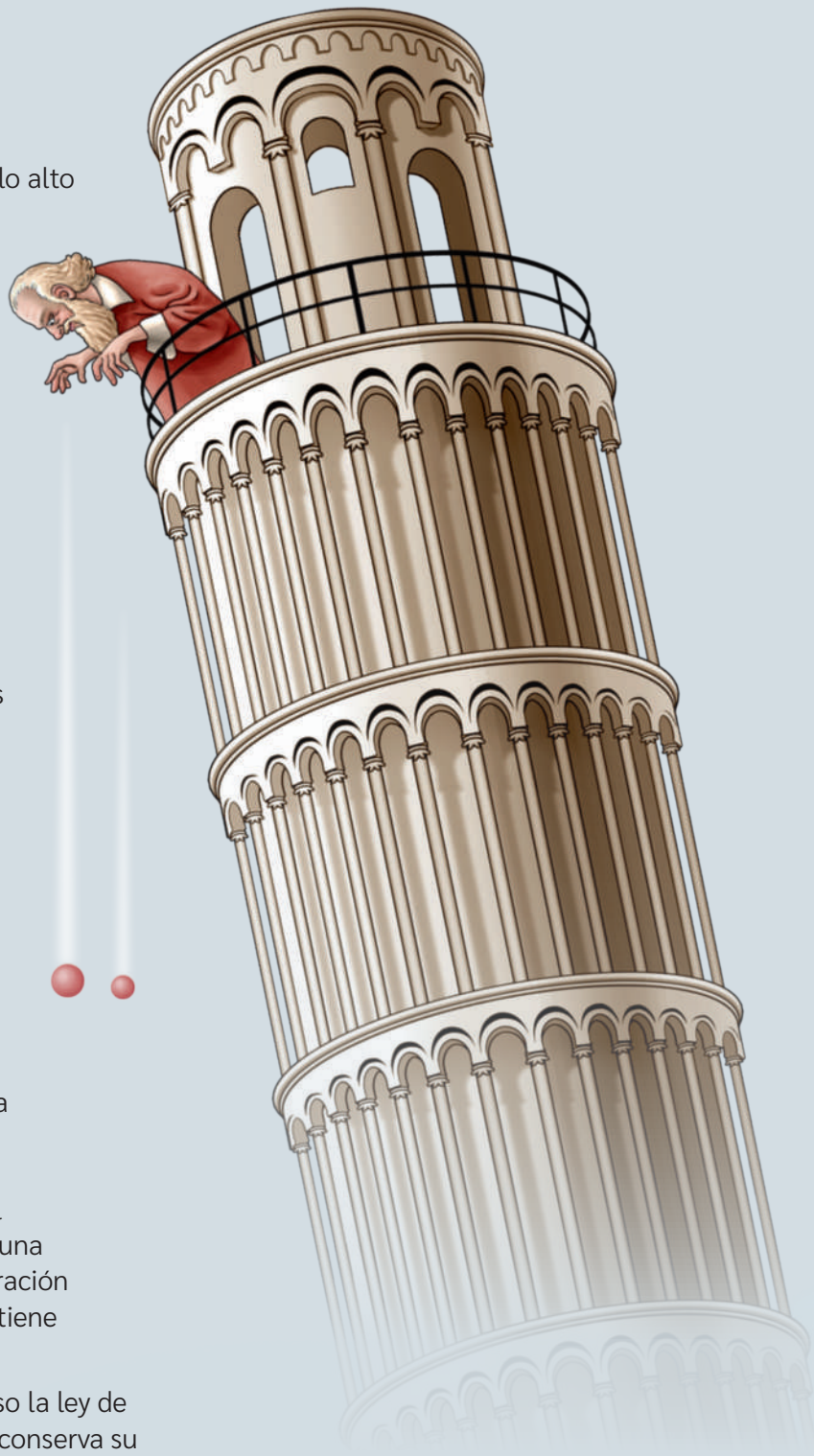
Es muy probable que Galileo no haya realizado precisamente este experimento, pero sí realizó muchos otros que tuvieron consecuencias trascendentales respecto de la interpretación que se tenía de las leyes del movimiento en su época. Si bien muchos creían, como Aristóteles, que los objetos más “pesados” caían más rápido que los objetos más livianos, Galileo demostró que la diferencia de velocidad solo se debía a la distinta resistencia que oponía el aire a los objetos y respaldó sus afirmaciones por medio de diversos experimentos en los que dejaba rodar bolitas por un plano inclinado. A partir de sus observaciones, concluyó que, si el aire no opusiera resistencia a la caída de los cuerpos, todos acelerarían del mismo modo. ¿Qué opinas de la conclusión de Galileo? ¿Qué similitudes o diferencias reconoces en la conclusión de Galileo y la hipótesis que formulaste en el Taller de la página anterior?

Más concretamente, Galileo probó que la distancia recorrida por un cuerpo que experimenta una aceleración constante, partiendo desde el reposo, es proporcional al cuadrado del tiempo durante el cual está cayendo. Es decir, los cuerpos caían con una aceleración constante que corresponde a la aceleración de gravedad ( $g$ ), y que actualmente sabemos que tiene magnitud aproximada de  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

Por medio de sus estudios, Galileo también propuso la ley de inercia, según la cual el movimiento de un objeto conserva su velocidad y dirección a menos que experimente los efectos de otra fuerza. Por su parte, Aristóteles creía que un cuerpo solo podía mantenerse en movimiento mientras se aplicara una fuerza sobre él. ¿Qué opinas de esta afirmación de Aristóteles?

¿Con qué finalidad piensas que en ciencias se intenta establecer leyes? ¿De qué manera crees que las leyes nos permiten predecir el comportamiento de una variable respecto de otra?

¿Por qué las conclusiones de Galileo son distintas a las de Aristóteles? ¿Qué ventajas piensas que pudo haber tenido Galileo respecto de Aristóteles?





## Caída libre

Basados en las conclusiones de Galileo, podemos inferir que la caída libre se genera cuando dejamos caer un objeto y este comienza a moverse por efecto de la aceleración de gravedad con una velocidad inicial nula. Por lo tanto;

¿A qué se debe que la aceleración de gravedad tenga un signo negativo?

Ecuación de itinerario de la magnitud de la velocidad para un MRUA:

$$v_f = v_i + a \cdot \Delta t$$

Por lo tanto, en caída libre sería:

$$v_f = -g \cdot \Delta t$$

Ecuación de itinerario de la magnitud de la posición para un MRUA:

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

Por lo tanto, en caída libre sería:

$$y_f = y_i - \frac{g \cdot t^2}{2}$$

## Lanzamientos verticales

No solo la caída de los cuerpos ha causado interés científico. También lo ha sido el movimiento de cuerpos lanzados verticalmente, ya sea hacia arriba o hacia abajo. En estos, la descripción del movimiento es diferente a la caída libre, puesto que se mueven con velocidad inicial distinta de cero.

Veamos lo que ocurre con las ecuaciones de itinerario para el MRUA cuando lanzamos un cuerpo verticalmente.



BDA U1\_ACT\_26

Ecuación de itinerario de la magnitud de la velocidad para un MRUA:

$$v_f = v_i + a \cdot \Delta t$$

Por lo tanto, en caída libre sería:

$$v_f = v_i - g \cdot \Delta t$$

Ecuación de itinerario de la magnitud de la posición para un MRUA:

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

Por lo tanto, en caída libre sería:

$$y_f = y_i - \frac{g \cdot t^2}{2} + v_i \cdot \Delta t$$

¿Qué variables se desprecian para obtener estos modelos matemáticos en relación con el movimiento vertical?

### Reflexión sobre lo aprendido

A partir de lo aprendido en esta lección, responde:

- ¿Qué otras preguntas te surgen en este momento? ¿En qué temas te gustaría profundizar más?, ¿por qué?
- ¿Volverías a describir el movimiento de un cuerpo de la misma manera que antes?, ¿por qué?
- ¿Con qué ideas clave de los modelos matemáticos y el trabajo científico te quedas al terminar esta lección?

## ¿Qué efectos provocan las fuerzas?

### Exploro mis ideas

Imagina que vas en un autobús y que este frena bruscamente al cruzarse un animal en la calle. ¿Cómo se movería tu cuerpo? ¿A qué crees que se deba ese movimiento? ¿Sucedería lo mismo si el vehículo acelera bruscamente? ¿De dónde crees que proviene la fuerza que permite a los objetos moverse?

### En ciencias, ¿a qué llamamos fuerza?

La palabra fuerza es utilizada cotidianamente para referirse a muchos conceptos que no necesariamente son físicos. Se dice, por ejemplo, que una persona "tiene mucha fuerza" cuando es capaz de levantar una gran masa o de sobreponerse a una situación difícil en su vida; o bien que un golpe es dado con "mucha fuerza" si causa un gran dolor físico o emocional. Pero *¿qué es la fuerza según la ciencia?*

Desde el punto de vista de la física, una fuerza corresponde a una **interacción entre dos o más cuerpos**. En efecto, la comunidad científica ha inferido que en todo momento y todo lo que nos rodea está en constante interacción, ya sea a distancia o en contacto, lo que provoca diversos efectos comúnmente asociados a las fuerzas.

Actualmente, se piensa que el universo mantiene su equilibrio gracias a cuatro fuerzas fundamentales: la fuerza nuclear débil, la fuerza nuclear fuerte, la fuerza gravitatoria y la fuerza electromagnética. Estas cuatro fuerzas fundamentales determinan la manera en que los objetos y partículas del universo interactúan. También son las responsables de situaciones que experimentamos cotidianamente, como el cambio en el movimiento de los cuerpos o los cambios en su forma.

Es importante destacar que las fuerzas no corresponden a propiedades de los cuerpos, sino a su interacción. Además, solo existen mientras están siendo aplicadas o ejercidas. Por ello, para la ciencia es incorrecto sostener que un objeto, un ser vivo o una máquina posee fuerza. En todos esos casos, pueden poseer energía o capacidad para ejercer una fuerza.

La comunidad científica ha acordado que una forma de representar una fuerza es a través de un vector que apunta en la dirección y sentido en que es aplicada, y cuya longitud representa su magnitud. 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 tan probable es que la definición de fuerza sea modificada por la comunidad científica?

¿De qué manera las inferencias científicas han permitido describir la manera en que los cuerpos interactúan y experimentan cambios?

BDA U1\_ACT\_27



Vector fuerza sobre la lata

## Efecto de las fuerzas

Generalmente reconocemos una determinada fuerza por los efectos que ocasiona. Estos efectos son diversos y dependen de varios factores: los cuerpos que interactúan, la magnitud de la fuerza y la dirección y sentido en que se ejerce. Veamos a continuación algunos ejemplos.

### Cambios permanentes en la forma de un objeto

Al apretar un huevo, se produce un cambio permanente en su forma. Es decir, no es posible recuperar su forma original cuando se deja de aplicar la fuerza.



### Cambios momentáneos en la forma de un objeto

Al estirar una banda elástica, se produce un cambio momentáneo en su forma, pues esta recupera su forma original cuando se deja de aplicar la fuerza.



### Cambios en la rapidez de un objeto en movimiento

Al atajar una pelota en movimiento, se produce una disminución de su rapidez.



### Cambios en la trayectoria de un objeto en movimiento

Al golpear una pelota en una dirección diferente a la que lleva, se modifica su trayectoria.



¿Sabías que las fuerzas no solo están presentes en cuerpos que cambian su forma o su estado de movimiento? ¿Qué tipo de fuerzas actúan cuando estás en reposo estudiando?

El conocimiento científico se construye a partir del estudio de fenómenos que motivan cierto interés. ¿Qué intereses consideras que podrían motivar una investigación sobre los efectos de las fuerzas?

Los deportes suelen utilizarse para ejemplificar los efectos de las fuerzas. ¿Qué tan de acuerdo estás con que los intereses personales juegan un papel relevante en la construcción del conocimiento científico?



## Tipos de fuerzas en nuestro entorno

Como sabes, actualmente, se considera que el universo mantiene su equilibrio gracias a cuatro fuerzas fundamentales. La más “débil” de estas es la fuerza gravitacional, pero en realidad su valor es gigantesco, tanto así que es la responsable de mantener los cuerpos fijos en la Tierra. Esta fuerza es la que ejerce, por ejemplo, un planeta o estrella sobre un cuerpo cuando lo atrae hacia su centro.

En lo cotidiano, la comunidad científica también considera y describe “otras fuerzas”, como: la fuerza peso, la tensión, la fuerza normal, la fuerza elástica o la fuerza de roce. Sin embargo, es importante considerar que estas fuerzas macroscópicas son descripciones prácticas y útiles para explicar fenómenos cotidianos, pero, en el fondo, son manifestaciones de las fuerzas fundamentales del universo.

Por último, es relevante tener claro que, en el día a día, las fuerzas no actúan por separado; no obstante, es útil estudiarlas de esa manera para comprender sus efectos.

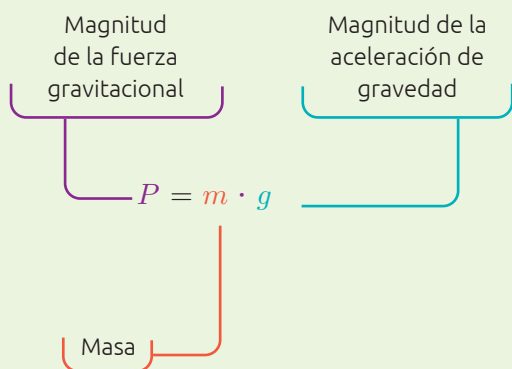
### Gran idea de la ciencia

Si bien la fuerza gravitatoria no es tan intensa como las otras fuerzas fundamentales, su presencia en la interacción entre los cuerpos ha permitido que se generen las condiciones necesarias para el desarrollo de la vida en la Tierra. ¿Cómo te imaginas que sería la vida en la Tierra si la magnitud de esta fuerza fuera mayor o menor? Descríbelo.

### El peso

En ciencias, el peso corresponde a la magnitud de la fuerza gravitacional que ejerce un cuerpo masivo (por ejemplo, la Tierra, la Luna u otro) sobre los cuerpos ubicados en él. Esta fuerza gravitacional está dirigida hacia el centro del cuerpo masivo y aplicada en el centro de gravedad del cuerpo en cuestión.

Diversas investigaciones han permitido identificar patrones entre el peso de los cuerpos, su masa y la magnitud de la aceleración de gravedad, los cuales se representan en el siguiente modelo matemático:



Con esta relación, es posible comprender el funcionamiento de ciertos instrumentos, como las balanzas, las cuales utilizan el peso del cuerpo para determinar su masa de manera indirecta.

En el lenguaje cotidiano, es muy común que se utilice el término peso como sinónimo de masa, sin embargo, ambos conceptos son muy diferentes. ¿Qué tan a menudo crees que ocurren estas diferencias de conceptos entre el lenguaje cotidiano y el científico? Ejemplifica. ¿Cómo esto influye a la hora de comunicar científicamente?



BDA U1\_ACT\_28 a 30

## La tensión

En ciencias, se llama tensión a la fuerza que se ejerce y se transmite a través de cuerdas, cables y estructuras similares. Habitualmente, estas estructuras se consideran ideales, es decir, sin masa e inextensibles. A partir de este supuesto, se ha podido establecer que, cuando una cuerda se estira por la acción de una fuerza, la tensión en toda la cuerda es la misma. Además, como cada trozo de la cuerda se encuentra en reposo, la tensión es la fuerza que contrarresta la fuerza aplicada.

Así, por ejemplo, cuando nos sentamos en un columpio, la fuerza aplicada en sus cuerdas corresponde a la gravitacional. Por lo tanto, la magnitud de la tensión es igual al peso del cuerpo que sostiene la cuerda.



## La normal

Cuando estamos de pie, nos sentamos o nos acostamos sobre una superficie, ¿qué impide que la fuerza de gravedad nos lleve hacia el centro de la Tierra?

La fuerza que actúa en este caso es la denominada fuerza normal. Esta corresponde a la fuerza que toda superficie ejerce sobre un cuerpo que se encuentra apoyado en ella, y su dirección es siempre perpendicular a la superficie.

Se suele pensar que el peso de un cuerpo y la normal sobre él corresponden a una pareja de acción y reacción, dado que son del mismo módulo y tienen sentidos opuestos. Sin embargo, el error está en que no se han identificado correctamente los cuerpos que interactúan. Por ejemplo, el peso de un cuerpo corresponde a la fuerza que la Tierra ejerce sobre ella, y la normal es la fuerza que la base del columpio ejerce sobre la persona. Por lo tanto, como este par de fuerzas se ejercen sobre cuerpos distintos, no pueden formar una pareja acción-reacción.

El conocimiento científico se construye a partir de observaciones e inferencias de los fenómenos que generan interés en quienes investigan. De lo expuesto en esta página, ¿qué es una observación y qué es una inferencia?

BDA U1\_ACT\_31

## ¡EN ACCIÓN! Trabajamos en el proyecto

### FASE 2

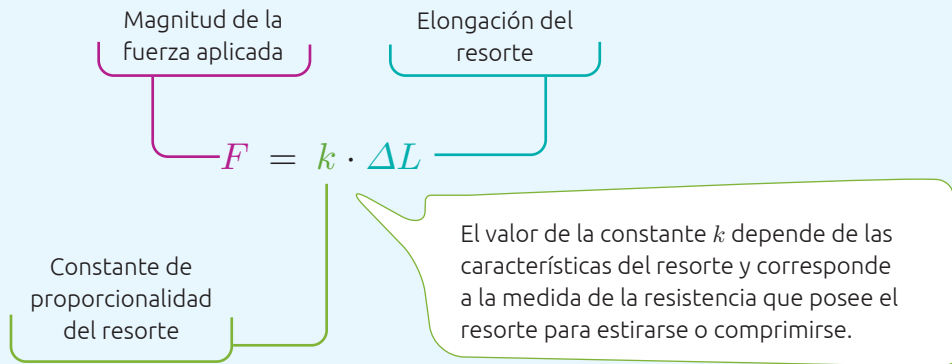
Reúnanse en sus equipos de trabajo y respondan:

- ¿Qué conocimiento científico presentado en estas páginas deben profundizar para proponer una solución al problema que identificaron?
- ¿En qué medida conocer los tipos de fuerzas y los efectos que provocan les permite decidir los materiales que usarán en su propuesta de solución?
- ¿Qué tal ha sido la experiencia de trabajar colaborativamente? ¿Podrían llegar a las mismas propuestas de soluciones si realizaran el trabajo de manera individual?

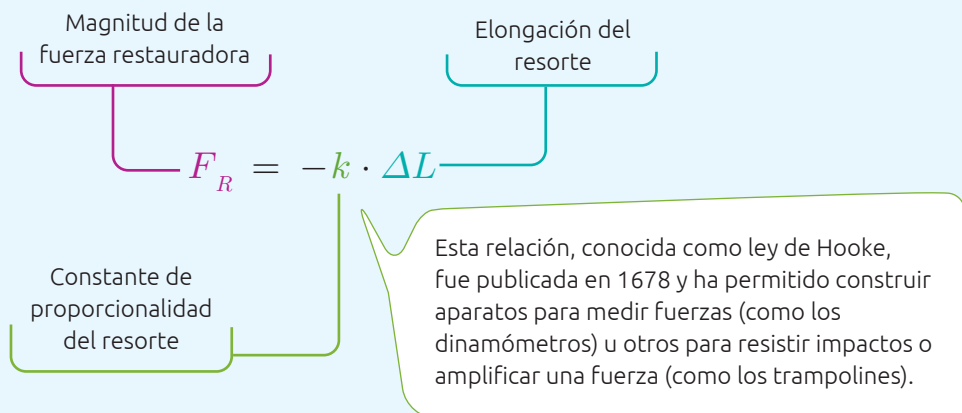
## La fuerza elástica

Seguramente has observado en tu vida cotidiana que algunos materiales tienen la capacidad de deformarse cuando se les aplica una fuerza externa y de volver a su forma original una vez que se deja de aplicar dicha fuerza. Estos materiales fueron clasificados por la comunidad científica como **materiales elásticos**. La capacidad de que un material elástico recupere su forma original se debe a la **fuerza elástica o restauradora**.

La relación entre la fuerza y la deformación de los materiales fue establecida por el físico inglés Robert Hooke, quien observó que el estiramiento de un resorte es proporcional al peso que se cuelga de él. Así, estableció el siguiente modelo matemático:



A partir del modelo matemático, se puede inferir que mientras mayor sea el valor de  $k$ , mayor es la resistencia a la deformación. Por ello, si se relaciona la fuerza restauradora con la elongación del resorte, se obtiene que:



BDA U1\_ACT\_33  
U1\_APL\_4 y 5

### Recursos digitales

Ingresa el código **T23F2MP024A** para experimentar con la ley de Hooke.



## Aprendiendo a formular conclusiones científicas

**Concluir científicamente** consiste en responder la pregunta de investigación basándose en la evidencia obtenida y validar o reformular las hipótesis planteadas (si las hubiese).



En esta oportunidad, te invitamos a formular conclusiones científicas en torno a la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué relación existe entre la fuerza aplicada sobre un resorte y la elongación que este experimenta?

PASO

1 →

### Analiza los resultados de la investigación

Imagina que un grupo de estudiantes realiza el montaje que se muestra en la imagen y del cual obtienen los siguientes resultados:

**Intento 1:** largo original del resorte 8 cm y masa del bloque 50 g

BDA U1\_ACT\_34

Medición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud del resorte (cm)	11,5	17	16	16	15,5	15	16	16	15,5	16

**Intento 2:** largo original del resorte 8 cm y masa del bloque 100 g

Medición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longitud del resorte (cm)	24	24	24,5	25	25	24	24,5	25	25	25

Para analizar los resultados, conviene relacionarlos con la pregunta de investigación, las variables en estudio y el conocimiento que tienes del fenómeno. Puedes guiarte por preguntas como las siguientes:  
 ¿Qué variables consideraron en su investigación?  
 ¿Cuál sería la fuerza aplicada? ¿Cuál sería la elongación del resorte en cada intento? ¿De qué manera los resultados permiten responder la pregunta de investigación? ¿Qué tendencias observas en los resultados? ¿A qué crees que se deba lo dispar de la medición 1 en el intento 1 en comparación con las demás mediciones?

**El resultado de una investigación es evidencia en la medida que permite explicar el fenómeno estudiado. En ciencias, se destina mucho tiempo a generar datos, sin embargo, solo una parte de estos son evidencias. ¿Cuáles de los resultados de la experiencia son evidencia?**

**¿Qué tan probable es que quienes investigan realicen experimentos diferentes y lleguen a las mismas conclusiones? ¿Qué tan probable, además, es que realicen experimentos similares para responder a distintas interrogantes?**

PASO

2 →

### Elabora conclusiones a partir del análisis

Las conclusiones de una investigación científica deben ser consistentes con los resultados y estar alineadas con la pregunta de investigación. ¿Cómo responderías a la pregunta de investigación utilizando los resultados?

## El roce por deslizamiento

¿Has intentado caminar alguna vez sobre una superficie recién encerada o cubierta por hielo, como una pista de patinaje? Si lo has hecho, sabrás que es muy difícil desplazarse sin resbalar. En efecto, si una superficie en la que necesitamos movernos no presenta imperfecciones o rugosidades, entonces es prácticamente imposible caminar sobre ella.

La evidencia indica que estas imperfecciones ejercen una fuerza sobre los cuerpos, paralela a la superficie, que se opone a los cambios en su estado de movimiento, denominada **fuerza de roce o de fricción**. La fuerza de roce también se manifiesta cuando empujamos un objeto, como una caja o un mueble, y experimentamos una resistencia a la fuerza que ejercemos, tal como se muestra en la siguiente situación.



Habitualmente, las rugosidades o imperfecciones presentes en cada una de las superficies no son visibles, por lo que el contacto se produce entre irregularidades casi microscópicas.

**El conocimiento científico es una construcción humana no exenta de limitaciones. ¿Cómo se puede saber que las superficies presentan irregularidades si son prácticamente imperceptibles para el ojo humano?**

La fuerza de roce estático es la oposición al movimiento relativo de un cuerpo con respecto a otro, antes de que este se produzca.

La fuerza de roce cinético es la oposición cuando un cuerpo ya está en movimiento relativo con respecto al otro.

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

$F_{re}$  = Magnitud de la fuerza de roce estático

$\mu_e$  = Coeficiente de roce estático

$N$  = Magnitud de la fuerza normal

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

$F_{rc}$  = Magnitud de la fuerza de roce cinético

$\mu_c$  = Coeficiente de roce cinético

$N$  = Magnitud de la fuerza normal

BDA U1\_ACT\_32, 35 y 36

$\mu$  depende de las características de la naturaleza de los cuerpos en contacto y de las propiedades de sus superficies. Además, para las mismas superficies en contacto, se cumple que el coeficiente de roce estático es mayor que el cinético ( $\mu_e > \mu_c$ ).

## Investigador chileno desarrolla una prótesis 3D

La mano humana es una tremenda ventaja evolutiva: nos permitió manipular herramientas, acariciar, comer, ayudar y desarrollar nuestra ciencia y tecnología, entre otras acciones.

Desde pequeñas, las personas buscan desarrollar el control sobre esta compleja extremidad conformada por 27 huesos (14 de los cuales están solo en los dedos) y una serie de tendones que se conectan a los músculos de brazos y hombros. Esta estructura posee sensibilidad de tacto y a los cambios de temperatura, y una gran capacidad de realizar pequeños y precisos movimientos, y de aplicar fuerzas a diferentes escalas.

Sin embargo, debido a condiciones genéticas o accidentes, hay quienes no tienen una o ambas manos. Y esto resulta crucial en la vida cotidiana de una persona, y en su relación con otras, sobre todo durante la infancia o la juventud. Ahora bien, ¿cómo la ciencia y la tecnología permiten recuperar esos apéndices tan importantes si no los podemos regenerar como otros animales?

Una solución es una prótesis cibernética, como la creada por el doctor en fisiología mecánica **Jorge Zúñiga**, tecnología de impresión 3D de bajo costo. El invento, conocido como cyborg beast (bestia cibernética), es una prótesis de bajo costo que puede armarse en dos horas y media.



BDA U1\_ACT\_38

¿Qué debe pasar para que un hallazgo o principio científico pase a ser parte del conocimiento tecnológico?

Su enfoque a niños y niñas nació de haber desarrollado el invento en Estados Unidos, país donde la tecnología médica de prótesis se concentra en veteranos de guerra. Además, y por sugerencia de su propio hijo, la cyborg beast se parece más a la mano de un robot de ciencia ficción, lo cual la hace mucho más llevadera a quienes la necesitan.

Fuente: Futuro360. (2 de octubre de 2018). Jorge Zúñiga, creador de prótesis 3D: “tenemos que estar más conectados con la gente”. [www.futuro360.com](http://www.futuro360.com)

### ¡EN ACCIÓN! Trabajamos en el proyecto

FASE 2

Reúnanse en sus equipos de trabajo y respondan:

- ¿Qué ventajas visualizan en la innovación desarrollada por el científico chileno? ¿Qué otros tipos de prótesis piensan que se podrían crear a partir de una impresora 3D?
- ¿Cómo el aprendizaje sobre las fuerzas puede contribuir al desarrollo de prótesis?
- ¿Qué otras iniciativas conocen que utilicen el conocimiento científico para resolver problemas o necesidades de la sociedad? ¿Creen que puedan basar su propuesta de solución en alguna de esas iniciativas?



## ¿Cómo representar las fuerzas?

Como sabes, en ciencias se ha acordado que una forma de representar una fuerza es a través de un vector que se compone de cuatro elementos: dirección, sentido, punto de aplicación y magnitud.

Peso en la Tierra = 19,6 N

La línea del vector indica la dirección en la que se aplica la fuerza, en este caso vertical.

$m = 2 \text{ kg}$

El punto de aplicación de la fuerza corresponde al origen del vector.

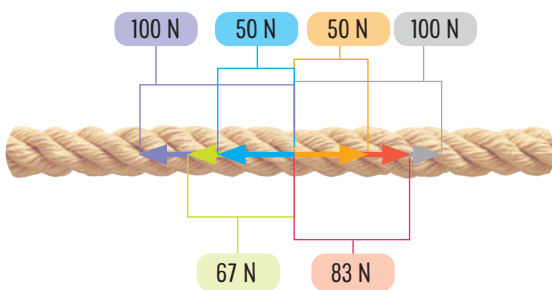
Peso en la Luna = 3,2 N

El largo del vector indica la magnitud de la fuerza: mientras mayor sea la fuerza ejercida, mayor es la longitud del vector. ¿Por qué el peso en la Luna es menor que en el Tierra?

$m = 2 \text{ kg}$

La punta del vector indica el sentido en que se aplica la fuerza. En este caso, es hacia abajo (hacia el centro de la Tierra).

Cuando varias fuerzas se aplican en conjunto, se puede representar una única fuerza como resultado de la combinación de todas ellas. Esta se conoce como fuerza neta y corresponde a la suma vectorial de todas las fuerzas individuales que se aplican sobre un cuerpo. Supongamos, por ejemplo, que las personas tiran la cuerda aplicando las fuerzas que se representan a continuación:



$$F_N = -100 \text{ N} - 67 \text{ N} - 50 \text{ N} + 50 \text{ N} + 83 \text{ N} + 100 \text{ N}$$

$$F_N = 16 \text{ N}$$

¿Qué equipo gana con este resultado?  
¿Qué efecto observaríamos si la fuerza neta fuese cero?



## Diagrama de cuerpo libre (DCL)

En física, para comprender de mejor manera los efectos que provocan las fuerzas sobre los cuerpos, se realiza un **diagrama de cuerpo libre**. Este resulta útil para representar las fuerzas que pueden actuar sobre un objeto. Independiente de la forma de los objetos en estudio, las fuerzas se trasladan al centro de masa del sistema (lugar geométrico donde actúa la fuerza neta), tal como se representa en las siguientes situaciones:

¿Cuántas fuerzas pueden actuar sobre un cuerpo? Ten por seguro que, en este momento, sobre ti se ejercen a lo menos dos fuerzas. ¿Cuáles son?

**Situación 1:** Objeto apoyado sobre una superficie lisa.



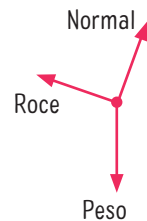
Diagrama de cuerpo libre



**Situación 2:** Objeto deslizándose sobre un plano inclinado.



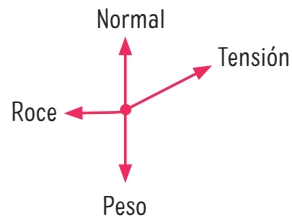
Diagrama de cuerpo libre



**Situación 3:** Objeto arrastrado por una cuerda en dirección oblicua.



Diagrama de cuerpo libre



BDA U1\_ACT\_39  
U1\_APL\_2

### Recursos digitales

Ingresa el código [T23F2MP029A](#) para experimentar con la fuerza neta.



## Newton y los principios de la mecánica clásica

Isaac Newton (1642 – 1727) fue un reconocido filósofo natural, más o menos lo que hoy llamaríamos de “científico”, pero con algunas características propias de su época. Además de estudiar física, matemática, filosofía y astronomía, Newton estudió alquimia, astrología, cábala, magia y teología. Él y varios otros filósofos naturales del siglo XVII consideraron que todos estos temas podrían contribuir al estudio de los fenómenos naturales (Forato, 2009).

Newton nació y se desarrolló en un contexto sociocultural complejo y particular que, de alguna manera, le permitió realizar importantes contribuciones en variadas áreas de la física y la matemática. Además, nació en uno de los países de Europa que pocos años antes se había distanciado de la Iglesia católica, por lo que esta influía considerablemente menos en el contexto histórico, cultural y social en que se desarrolló Newton.

¿De qué manera el conocimiento científico se ve influenciado por el contexto social, económico, religioso y político? A su vez, ¿de qué manera el conocimiento científico impacta en dichos contextos?

BDA U1\_ACT\_37 y 40

En su libro *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (Principios Matemáticos de la Filosofía Natural), considerado como uno de los más importantes libros “científicos”, se pueden reconocer algunos hallazgos de Galileo Galilei y los tres principios fundamentales de la mecánica clásica: la inercia, la relación directa entre el cambio de movimiento y la “fuerza motriz impresa”, y la acción y reacción. La comunidad científica basó sus investigaciones sobre la dinámica de los cuerpos en los principios propuestos en este libro, lo que posteriormente les permitió formular las conocidas leyes de Newton.

### La ley de inercia

La tendencia de los objetos a mantener su estado de reposo o movimiento rectilíneo uniforme es lo que la comunidad científica ha definido como inercia.

Es probable que alguna vez hayas sentido que tu cuerpo se impulsa hacia adelante cuando vas sobre un vehículo que frena bruscamente o te vas hacia atrás cuando este acelera repentinamente. Esto se debe a la tendencia que tienen los cuerpos a mantener su estado de movimiento.



La ley de inercia o primera ley de Newton señala que:

Si la fuerza neta sobre un cuerpo es cero, dicho cuerpo mantendrá su estado de movimiento con velocidad constante o en estado de reposo.

De esta ley se infiere que, para cambiar la velocidad con la que viaja un cuerpo, se necesita aplicar una fuerza externa sobre él.

¿Qué tantas experiencias se debieron realizar para formular esta ley? ¿Cuántas de esas experiencias habrán fallado?



## Los aportes de Galileo

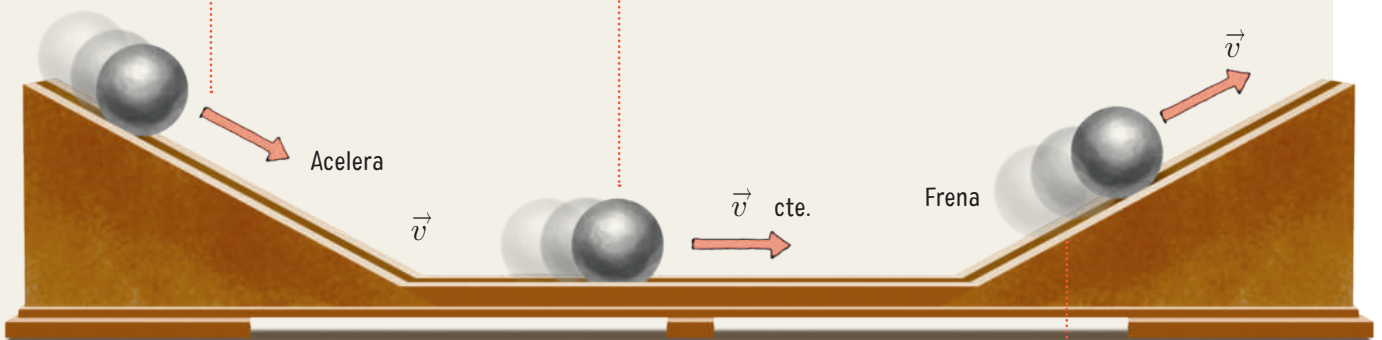
Galileo realizó múltiples experimentos que consistían en hacer subir y bajar una pelota por un plano inclinado, procurando disminuir al máximo el efecto de la fuerza de roce. Sus observaciones lo llevaron a concluir que, en ausencia de fuerza neta sobre un cuerpo, este continúa moviéndose con velocidad constante, tal como se describe a continuación.

El conocimiento científico es el resultado del trabajo de comunidades científicas con mayor o menor grado de colaboración. ¿Qué tan probable es que otras personas hayan trabajado en torno a estas ideas en la misma época?, ¿por qué?

¿Se podría decir que Newton es mejor "científico" que Galileo dado que descubrió cosas que este no logró enunciar? ¿Qué opinas al respecto?

Al bajar por el plano inclinado, la pelota aumenta su velocidad. Si el plano tiene un mayor ángulo de inclinación, más evidente serán estos cambios en el movimiento. Entonces, ¿qué pasaría si se empuja la pelota en un plano horizontal "sin roce", donde no hubiera pendiente?

Galileo pensó: "Si la pelota se moviera sobre un plano sin roce, no tendría razón para detenerse y seguiría moviéndose para siempre".



Al subir por el plano, la pelota disminuye su velocidad y finalmente se detiene.

## La ley de masas

La segunda ley de Newton o ley de masas plantea que la aceleración que adquiere un cuerpo no solo depende de las fuerzas que actúan sobre él, sino también de su masa.

La aceleración que experimenta un cuerpo es proporcional a la fuerza neta aplicada e inversamente proporcional a su masa inercial, lo que matemáticamente se representa en este modelo:

Magnitud de la  
aceleración

Magnitud de la  
fuerza neta

$$a = \frac{F_N}{m}$$

Masa

Esta ley resulta fácil de comprender de forma experimental, tanto de manera cualitativa como cuantitativa. Veamos un ejemplo.



Cuando se lanza el mismo disco con una fuerza de mayor magnitud, este experimenta una mayor aceleración que si se lanzara con una fuerza menor.

Cuando se lanza con la misma fuerza un disco de menor masa, este experimentará una mayor aceleración.

### Recursos digitales

Ingresa el código **T23F2MP032A** para saber más de la segunda ley de Newton.

Esta ley también nos dice que, si la fuerza neta aplicada sobre un cuerpo es mayor, la aceleración que experimenta también será mayor, siempre que su masa sea constante. Por otra parte, si la suma de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es nula, no existirá aceleración, lo que implica que el cuerpo estará en reposo o se moverá con movimiento rectilíneo uniforme. ¿A qué te recuerda este enunciado? Como ves, la ley de inercia es un caso particular de la segunda ley de Newton.

## La ley de acción y reacción

Cada vez que te apoyas sobre una mesa o un muro, ejerces una fuerza. Sin embargo, la superficie sobre la que te apoyas también ejerce una fuerza sobre ti. Newton observó este hecho y dedujo que las fuerzas siempre se presentan en pares, es decir, nunca una fuerza se ejerce sobre “la nada”. En la naturaleza, toda fuerza o acción va acompañada de su correspondiente reacción. Esta afirmación se recoge en la tercera ley de Newton, o ley de acción y reacción, que plantea lo siguiente:

### Recursos digitales

Ingresa el código **T23F2MP033A** para saber más de la tercera ley de Newton.

Si un cuerpo A ejerce una fuerza sobre otro cuerpo B, entonces, este último ejercerá una fuerza de igual magnitud sobre A, misma dirección, pero en sentido opuesto. Esto se puede representar con este modelo matemático.

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

Fuerza ejercida por A sobre B
Fuerza ejercida por B sobre A

El signo menos (–) indica que el sentido de una fuerza es opuesto al de la otra. Se dice que estas fuerzas forman un par acción-reacción y que actúan siempre de forma simultánea y nunca se anulan, ya que se ejercen sobre cuerpos distintos. Además, no es relevante reconocer cuál de ellas corresponde a la acción o a la reacción, ya que ambas cumplen los dos papeles al mismo tiempo.

La magnitud de las fuerzas que aplica el resorte sobre los autos es la misma, al igual que su dirección, pero su sentido es opuesto.



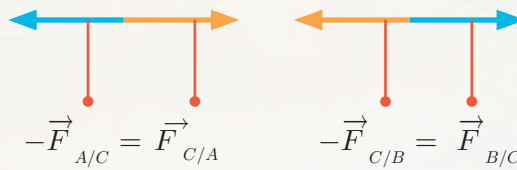
- A es el auto rojo
- C es el resorte
- B es el auto verde

BDA U1\_ACT\_41 a 45

$\vec{F}_{C/A}$  es la fuerza que ejerce el resorte C sobre el auto A

---

$\vec{F}_{A/C}$  es la fuerza que ejerce el auto A sobre el resorte C



$\vec{F}_{B/C}$  es la fuerza que ejerce el auto B sobre el resorte C

---

$\vec{F}_{C/B}$  es la fuerza que ejerce el resorte C sobre el auto B

### Reflexión sobre lo aprendido

A partir de lo aprendido en esta lección, responde:

- ¿Cómo describirías los efectos que tienen las fuerzas utilizando las leyes de Newton? Propón una situación diferente a las entregadas en esta lección.
- ¿Cómo te sentirías al explicarle a otra persona lo que sabes acerca de las fuerzas y sus efectos?
- ¿Qué tipo de recursos (esquemas, expresiones matemáticas, ejemplos, nociones históricas, etc.) te ayudaron a comprender mejor los conceptos?



## Proponer ideas de soluciones

FASE 3

Reúnanse en sus equipos de trabajo y discutan acerca de lo que saben del problema y cuáles son los conceptos centrales que permiten formular una solución. Luego, realicen una lluvia de ideas para proponer soluciones al problema.

Una vez elegida la idea que mejor se adapte a lo que pretenden conseguir, pueden elaborar un prototipo. Para ello, consideren:

- Tamaño, masa y forma adecuada, que proporcionen un uso sencillo y amigable.
- Estética del prototipo: texturas, colores, proporciones y sensaciones al contacto.
- Riesgos o percances que produce su manipulación y cómo prevenirlos.
- Mantenimiento y cuidados que aumenten su durabilidad.

Para buscar una solución al problema, exploren ideas de forma original y creativa utilizando conocimientos científicos y técnicos. Para ello, se sugiere recurrir a una copia creativa, que consiste en utilizar herramientas o instrumentos existentes y mejorarlos o reinventarlos para dar solución a un problema.

BDA U1\_ACT\_46

## Evaluar las soluciones

FASE 4

Evalúen si el problema fue resuelto o requiere de una nueva estrategia de solución, además de otros aspectos del trabajo realizado y cómo este contribuyó a la adquisición de nuevos conocimientos. Para ello, consideren las siguientes perspectivas.

### Validez de la solución

- ¿Consideraron las apreciaciones de las personas a quienes dirigieron la solución del problema?
- ¿Comprobaron la efectividad de la solución comparando el estado inicial del problema con su estado final?
- ¿Creen que las personas a quien está dirigida la solución logran apreciar el trabajo realizado?, ¿por qué?

### Efectividad del proceso desarrollado

- ¿Qué es lo que más les ha gustado de esta forma de trabajo? ¿Qué fue lo más desafiante?, ¿por qué?
- ¿Qué lograron en cada fase de trabajo? ¿Con qué sensación se quedan?
- ¿Cómo resumirían la experiencia alcanzada al proponer y desarrollar la solución del problema?
- De los temas de esta Unidad, ¿cuáles creen que aprendieron con más facilidad? ¿Tiene eso relación con la solución al problema?, ¿por qué?

**Recuerda que la reutilización y el reciclaje responsable de los materiales son prácticas esenciales para promover la sostenibilidad y minimizar el impacto medioambiental.**



Música en equilibrio

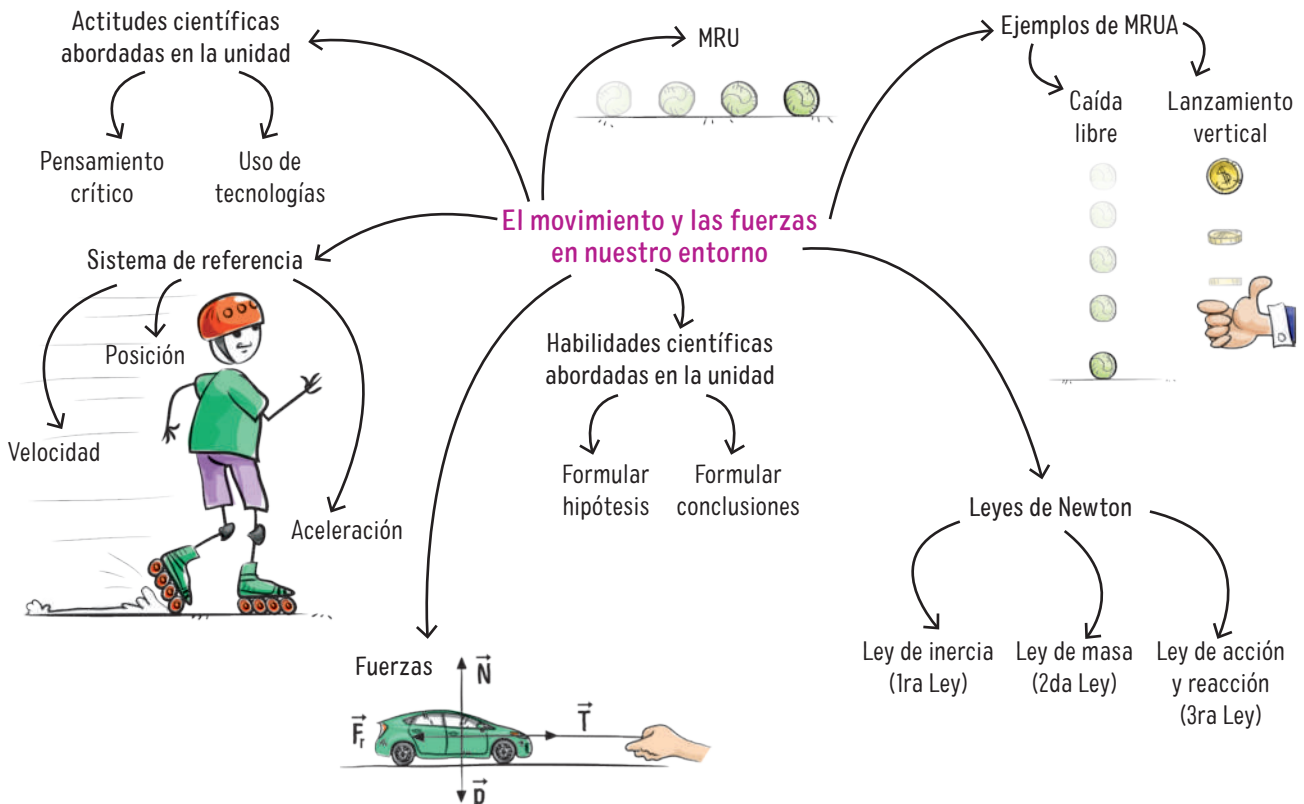
Uno de los elementos más característicos de la cultura chilena son las personas que se dedican al arte en el transporte público. Es un elemento de rareza mundial, y que más de alguna vez ha llamado la atención de las y los turistas. Para mantener el equilibrio al interior de un vehículo en movimiento, se debe seguir lo que dicta la ley de inercia. En este caso, las personas llevan una velocidad propia y “lucharán” por mantenerla ante los cambios del vehículo o la gente: cambiar de pistas, acelerar, frenar, esquivar baches y otros eventos de la calle, personas avanzando en la micro, etc. Podemos inferir, entonces, que las

personas tienen que aprovechar el roce de sus pies con el suelo para evitar deslizarse, pero si es demasiado podrían tropezar con una frenada. Además, al estar usando sus manos para tocar un instrumento o sostener el micrófono, no pueden sostenerse de los pasamanos, solo les queda apoyarse en una pared, tubo o baranda. Algunas de las personas que se dedican a este arte llevan no solo su instrumento, sino también alguna mochila. Y finalmente, todo ese peso y control del equilibrio depende exclusivamente de las piernas.

Fuente: Muñoz, R. y Herrera, O. (2022). *Biomecánica del cuerpo humano*. Universidad de Concepción.

A continuación, encontrarás un mapa mental que resume los principales aprendizajes de la Unidad.

BDA U1\_ACT\_47 a 49







🕒 Dos imágenes de una porción de la nebulosa del Águila. A la izquierda, tomada por el telescopio espacial Hubble en 2004 y a la derecha por el telescopio espacial James Webb en 2022.

➔ James Webb en proceso de construcción.



➔ Representación de James Webb en órbita.







BDA | U2\_ACT\_1

Las dos imágenes centrales muestran una región del universo denominada los Pilares de la Creación, que se encuentra dentro de la nebulosa del Águila, a unos 6 500 años luz de la Tierra. Estos pilares, llenos de gas y polvos, envuelven estrellas que se forman lentamente durante muchos milenios.

Desde la primera imagen, en 1995, esta región ha sido de gran interés científico. Observar cómo la estructura de los pilares cambia con el tiempo ofrece gran cantidad de datos respecto de la vida de las estrellas, los cuales pueden ser estudiados durante décadas. Y aunque en el último tiempo se ha aprendido bastante sobre la formación de estrellas, los mecanismos que impulsan la producción de estrellas de menor masa, como el Sol, aún no se comprenden por completo. Por ello, la instalación de observatorios y la construcción de nuevos y sofisticados telescopios espaciales, como el James Webb, son una pieza clave para mirar hacia atrás en el tiempo y explorar el universo.

En parejas, discutan en torno a las siguientes preguntas:

- ¿Qué motivaciones tenemos como seres humanos para estudiar el universo?
- ¿Qué retos o desafíos creen que enfrentan quienes se dedican a la investigación astronómica?
- ¿De qué manera el desarrollo tecnológico ha influido en lo que sabemos acerca del universo?

→ Representación de Hubble en órbita.

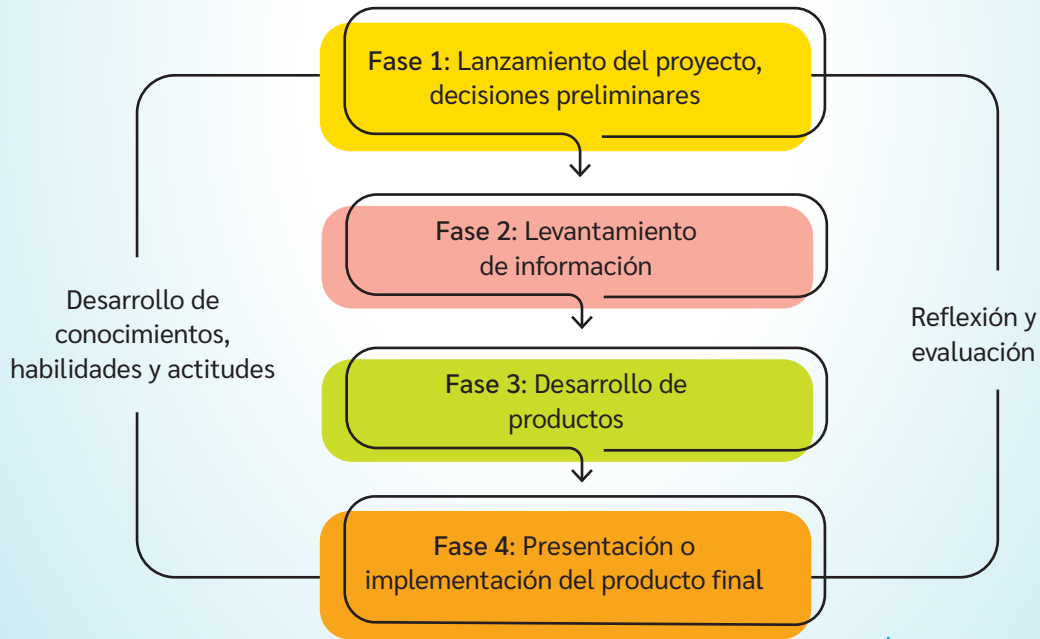


En esta Unidad, conocerás aspectos importantes de lo que conocemos del universo, como su origen, forma y dinámica, además de lo referido a objetos tecnológicos enviados al espacio. Aprenderás que el conocimiento del universo cambia y que depende de la tecnología disponible y de las evidencias obtenidas de la observación. Para ello, trabajarás desde la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos, con la cual realizarás un producto que contribuya a abordar un desafío en tu comunidad escolar.

Te proponemos formar un grupo de trabajo y realizar un proyecto que responda la siguiente **pregunta guía**:

**¿Cómo acercar el conocimiento científico sobre astronomía a estudiantes de cursos inferiores?**

Las siguientes fases te orientarán en el desarrollo de un proyecto exitoso.



Fuente: Larmer, J., Mergendoller, J. y Boss, S. (2015). *Setting the Standard for Project-Based Learning. A Proven Approach to Rigorous Classroom Instruction*. ASCD. (Adaptación).

**Te invitamos** a revisar los contenidos de esta Unidad para que vayas construyendo poco a poco el **proyecto**.

**¿Cómo incentivarías que los niños y las niñas conozcan sobre el universo? ¿Qué te gustaría lograr con este proyecto?**



## FASE 1

**¡En acción!**  
**Trabajamos en**  
**el proyecto**

Considerando la pregunta guía, como grupo discutan en torno a las siguientes preguntas y lleguen a acuerdos para decidir el producto final del proyecto.

BDA U2\_ACT\_2

Si tuvieran que enseñar sobre el universo a estudiantes de cursos inferiores, ¿cómo lo harían?, ¿qué estrategias utilizarían?

¿Conocen algún juego o libro infantil que busque enseñar de ciencias u otra disciplina? Describanlo y evalúen si este puede ser un producto de su proyecto.

¿Han creado algún tipo de juego alguna vez? Compartan sus experiencias.

¿Qué desafíos creen que implica la realización de este proyecto?

¿Cuál sería el aporte del proyecto a la comunidad escolar?

¿Qué necesitan saber para realizar el proyecto?  
¿Qué fuentes de información serían las adecuadas para buscar información?

¿En qué otras asignaturas podrían encontrar apoyo para su proyecto?

¿De qué manera evaluarán las diferentes etapas del proyecto?

¿Qué rol tomará cada integrante del grupo en la ejecución del proyecto?

¿Cuánto tiempo sería necesario para desarrollar, implementar y evaluar el proyecto?





# ¿Cómo ha cambiado lo que sabemos del universo?

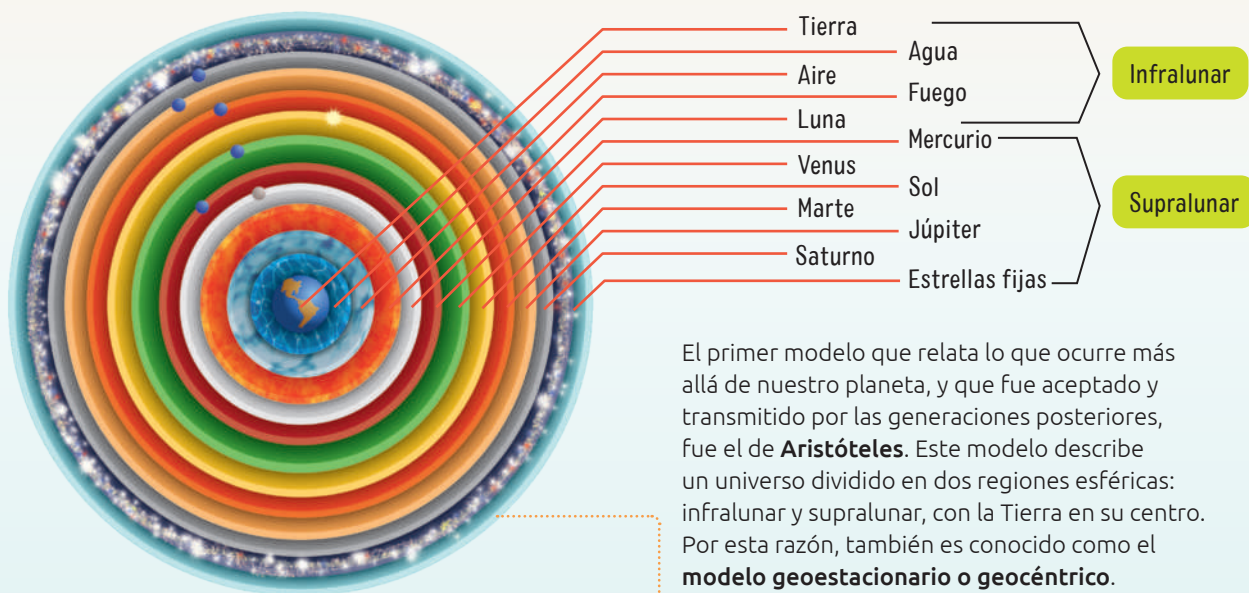
## Exploro mis ideas

- ¿Qué conceptos se te vienen a la mente cuando escuchas la palabra universo? ¿Sabes qué significan esos conceptos?
- ¿Qué crees que observaban del universo las primeras comunidades, pueblos y civilizaciones humanas? ¿Crees que lo que ocurría en los cielos afectaba su cultura y vida cotidiana?
- ¿Cuál es tu cosmovisión en la actualidad? Reflexionen en parejas.

## Evolución de los modelos del universo

BDA U2\_ACT\_3 y 4

Son diversos los modelos del universo que se han propuesto a lo largo de la historia de la humanidad, los que han sido influenciados por los contextos culturales, geográficos y temporales donde fueron elaborados. A continuación, encontrarás breves descripciones de los modelos del universo que tuvieron más influencia en su época en lo que hoy conocemos como Europa. Estos modelos experimentaron cambios en el tiempo y sirvieron como base para el conocimiento científico actual, el cual continúa en construcción.



📌 Modelo planetario de Aristóteles.  
La representación no está a escala.

El modelo geocéntrico de Aristóteles fue mejorado por Claudio Ptolomeo en 140 d.C., y fue adoptado en Europa hasta el siglo XVI, cuando Nicolás Copérnico, tras leer el libro *Almagesto* de Ptolomeo y otras obras antiguas, profundiza sus reflexiones acerca del modelo geocéntrico y, después de un largo tiempo analizando críticamente el geocentrismo, basado en razones filosóficas, de simetría y de simplicidad, propone un modelo cosmológico que le otorga una posición especial al Sol, el cual ocuparía más o menos el centro en torno del cual se mueven todos los planetas (incluyendo la Tierra).



### Conecto con...

**Historia, Geografía y Ciencias Sociales**

Los modelos del universo también pueden ser estudiados desde una perspectiva sociológica, al analizar cómo las ideas científicas se desarrollan, se difunden y se aceptan en la sociedad.

Cabe destacar que esta propuesta al ser antagónica a la legitimación oficial del geocentrismo en diversas esferas de la sociedad europea, y por no contar con una teoría física que la respaldase, fue controversial y no tuvo una aceptación inmediata en la época. Sin embargo, esta propuesta era el inicio de una “revolución científica” que se consolidaría a partir de las contribuciones de muchas otras personas en un proceso que duraría más de 100 años, y que no se limitaría a aspectos astronómicos, sino que también a cómo las personas occidentales comprenderían la naturaleza.

A continuación, se representan algunos sucesos que evidencian la evolución de los modelos del universo.

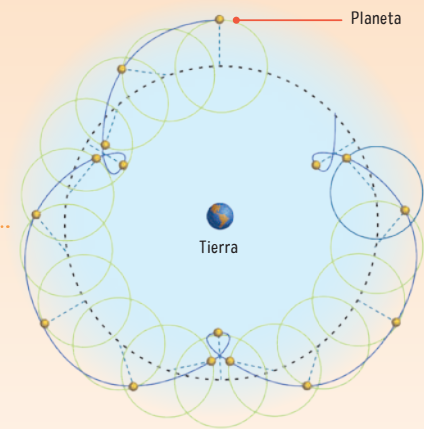
El **modelo geocéntrico de Ptolomeo** podía predecir la posición en cualquier época de todos los planetas conocidos en aquel entonces, además de la posición de la Luna. En este modelo, los planetas se mueven en una órbita circunferencial, cuyo centro describe, a su vez, otra órbita circunferencial en torno a la Tierra. La imagen muestra los movimientos que describen los planetas en este modelo.

El **modelo de Copérnico** proponía que la Tierra gira en su propio eje y se mueve alrededor del Sol de forma anual. Esto deja a la estrella en el centro de todo, lo que se conoce como modelo heliocéntrico. No obstante, su visión en relación al mundo todavía mantenía algunas ideas antiguas, como creer en orbes transparentes encajados y girando unos dentro de los otros. La idea del heliocentrismo ya había sido propuesta muchos años antes de la era cristiana por Aristarco de Samos, pero, no tuvo argumentos suficientes para superar el geocentrismo dominante.

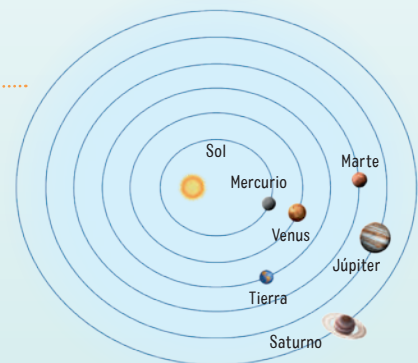
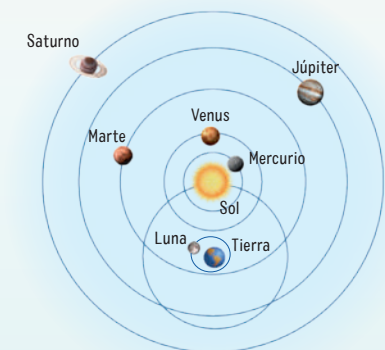
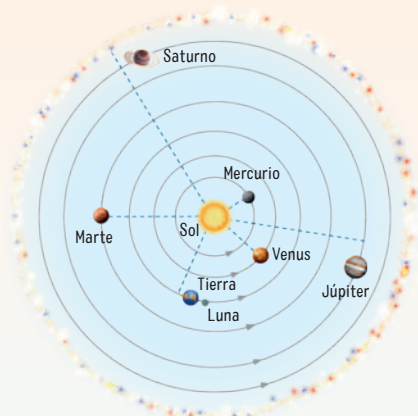
**Tycho Brahe** se dedicó desde muy pequeño al estudio y la observación de los astros, siendo considerado uno de los mejores astrónomos observaciones antes del invento del telescopio. En su modelo, afirma que la Luna gira alrededor de la Tierra, los planetas alrededor del Sol, y este en torno a la Tierra. De esta manera, todos los cuerpos estarían en movimiento, a excepción de la Tierra, la cual estaría estacionaria.

**Johannes Kepler** trabajó con Brahe y “heredó” sus datos astronómicos cuando este falleció. Kepler intentó explicar los movimientos planetarios con órbitas circunferenciales, pero estas descripciones no coincidían con los datos astronómicos ni con sus observaciones. Kepler tenía la convicción de que todas las relaciones matemáticas existentes en el universo pueden ser conocidas. Después de largas reflexiones, análisis y cálculos, llegó a proponer que las órbitas planetarias eran elípticas.

Los modelos actuales no son ni geocéntricos ni heliocéntricos, más bien constituyen una visión global del universo. Las evidencias señalan que la Tierra y todos los cuerpos que forman parte del sistema solar giran en torno al Sol, una de las miles de millones de estrellas que existen en el universo. Además, el Sol ni siquiera está en el centro de nuestra galaxia, menos aún en el centro del universo.



Estrellas fijas



Siglo II d. C.

Siglo XVI

⬆ En estos modelos, las dimensiones no están a escala y los diseños no son exactamente iguales a los que se plantearon originalmente.

## Más allá de los modelos del universo

Hasta el siglo XVI, los modelos del universo buscaban coincidir con las observaciones del cielo, sin ahondar en las causas del movimiento aparente de los objetos celestes ni en la composición de estos.

A continuación, se detallan las ideas que han dado forma al conocimiento actual sobre el universo, mas allá de los modelos propuestos, y desde las cuales han surgido leyes y teorías que perduran hasta la actualidad.

### Isaac Newton (1642 – 1727)

Propuso, por medio de la ley de gravitación universal, que el movimiento de los cuerpos está relacionado con una fuerza de atracción entre ellos. Es esta interacción la que permite describir la dinámica de los cuerpos en el universo.

Por primera vez se contó con una base matemática sólida que comprobó los cálculos de Kepler y fue punto de partida para el florecimiento de nuevas ideas sobre la dinámica del universo.



Dos galaxias espirales se atraen gravitacionalmente para convertirse en una sola galaxia más grande.

### Immanuel Kant (1724 – 1804)

Inspirado en los trabajos de Newton, propuso una hipótesis en la que el sistema solar se habría originado como producto de la condensación de una nube de gas y polvo cósmico debido a la atracción gravitacional. También planteó que este proceso se lleva a cabo en todo el universo. Por lo tanto, los otros cuerpos brillantes que se observan corresponden a otras estrellas (como el Sol), que podrían tener sus propios sistemas planetarios.



Representación del polvo y el gas alrededor del sistema estelar doble GG Tauri-A. La presencia de gas entre dos discos de este sistema permite la formación de planetas en el entorno gravitacional, tal como lo predijo Kant.

BDA | U2\_APL\_4

¿Por qué la comunicación científica es clave para el proceso de construcción y validación de los conocimientos? ¿Qué piensas que hubiese pasado con el conocimiento del universo si muchos de los hallazgos no se hubiesen publicado?



## ¡EN ACCIÓN! Trabajamos en el proyecto

### FASE 2

- ¿Cuáles de las ideas presentadas en estas páginas te parecen interesantes de incorporar en el proyecto?
- ¿Cuán difícil puede ser para estudiantes de cursos inferiores aprender sobre los modelos del universo, su dinámica y su composición?
- ¿En qué medida el proyecto puede contribuir a acercar estos temas científicos y hacerlos más entendibles a la comunidad escolar?

BDA U2\_ACT\_13 a 17

### Albert Einstein (1879 – 1955)

A comienzos del siglo XX, las teorías y leyes de la física clásica, entre ellas la ley de gravitación universal, comenzaron a tener dificultades al tratar de explicar algunos fenómenos del universo. Fue entonces que Albert Einstein, a través de la teoría general de la relatividad, demostró que los cuerpos masivos crean curvaturas en el espacio-tiempo, lo que genera las trayectorias de los cuerpos y determina la forma y dinámica del universo. En la actualidad, se siguen encontrando evidencias que validan esta teoría de Einstein.



Representación de la trayectoria de una estrella cuando pasa cerca de un agujero negro supermasivo. A medida que la estrella se acerca al agujero negro, el fuerte campo gravitatorio hace que el color de la estrella cambie ligeramente al rojo, un efecto del que da cuenta la teoría general de la relatividad de Einstein.

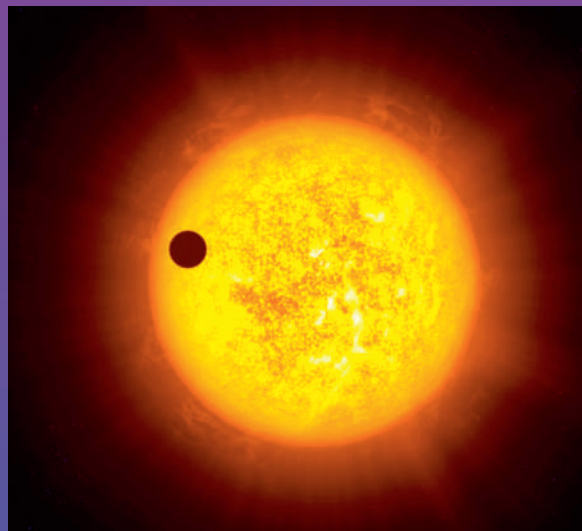
#### 📶 Recursos digitales

Ingresa el código T23F2MP043A para estudiar sobre la curvatura del espacio-tiempo.

### Cecilia Payne-Gaposchkin (1900 – 1979)

En 1925, Cecilia Payne-Gaposchkin presentó su tesis doctoral con una investigación que marcó un hito en la ciencia moderna al demostrar que las estrellas están compuestas en su mayoría por hidrógeno y helio. Sin embargo, no fue hasta 1938 que obtuvo el título oficial de astrónoma por este descubrimiento.

Descubrir la abundancia de hidrógeno y helio dio un sustento empírico ante uno de los desafíos en ciencias: describir el inicio, el desarrollo y el futuro del universo en términos de su composición.



Representación de un exoplaneta cuyo tamaño es similar a Júpiter y orbita una estrella similar al Sol. Este exoplaneta está compuesto principalmente de hidrógeno y helio, tal como lo predijo Cecilia Payne-Gaposchkin.

#### 📶 Recursos digitales

Ingresa el código T23F2MP043B para conocer sobre la vida y obra de Cecilia Payne-Gaposchkin.

## Cosmovisión de los pueblos originarios

A partir de sus observaciones, personas sabias de diferentes pueblos originarios nombran estrellas, galaxias y constelaciones, entendiendo que todo lo que existe en el universo se encuentra integrado en perfecta armonía y equilibrio eterno, donde nada sobra y nada es al azar, lo que forma parte de su cosmovisión. Por ejemplo, la *Wiphala* es un emblema de los pueblos originarios y expresión del pensamiento filosófico andino. En su contenido manifiesta el desarrollo de la ciencia, la tecnología, la filosofía y el arte. Además, simboliza la doctrina del *Pachakama* (principio, orden Universal), y la *Pachamama* (madre, cosmos) que constituye el espacio, el tiempo, la energía y nuestro planeta, por eso el significado de la *wiphala* es un todo.



La *Wiphala* representa a los pueblos originarios que habitan la cordillera de los Andes, entre Bolivia, Perú, Ecuador, Argentina y Chile.

### Recursos digitales

Ingresa el código [T23F1MP044A](#) para conocer ver el video titulado: “Wiphala, el significado andino (no es una bandera)”.

### El significado de los colores de la *wiphala*

Los colores de este representativo emblema provienen de la luz solar cuando se dispersa en los siete colores del arcoíris (*kurmi*), tomado como referencia por los antepasados indígenas para fijar la composición y estructura de los emblemas, así como para organizar la sociedad comunitaria de los Andes. Cada color de la *Wiphala* representa una visión de las creencias de los pueblos originarios.

BDA U2\_ACT\_18

	Representa el tiempo y la dialéctica ( <i>Jaya pacha</i> ). Es la expresión del desarrollo y la transformación permanente; el desarrollo de la ciencia y la tecnología, el arte y el trabajo intelectual y manual que generan la reciprocidad dentro la estructura comunitaria.
	Representa la energía y fuerza ( <i>Ch'ama pacha</i> ). Es la expresión de los principios morales, la doctrina del <i>Pachakama</i> y <i>Pachamama</i> (la dualidad <i>Chacha warmi</i> ), las leyes y normas, y la práctica colectivista de hermandad y solidaridad humana.
	Representa la sociedad y la cultura. También expresa la preservación y procreación de la especie humana, considerada como la más preciada riqueza patrimonial de la nación. Es la salud y la medicina, la formación y la educación, la práctica cultural de la juventud dinámica.
	Representa al planeta Tierra ( <i>Aka pacha</i> ). Es la expresión las personas en el desarrollo intelectual; es la filosofía cósmica en el pensamiento y el conocimiento.
	Representa la política y la ideología andina. Es la expresión del poder comunitario de los Andes; las organizaciones, sociales, económicas y culturales, y la administración del pueblo y del país.
	Representa el espacio cósmico, el infinito ( <i>Araxa pacha</i> ). Es la expresión de los astros y los efectos naturales que se sienten sobre la tierra; la astronomía y la física, la ley de la gravedad y las dimensiones y fenómenos naturales.
	Representa la economía y la producción andina. Es el símbolo de las riquezas naturales, de la superficie y el subsuelo; representa, tierra y territorio, la producción agropecuaria, la flora y fauna, los yacimientos hidrológicos y mineralógicos.

## ¡EN ACCIÓN! Trabajamos en el proyecto

FASE 2

En sus equipos de trabajo, discutan en torno a las siguientes preguntas.

- ¿Qué cosmovisiones de pueblos originarios conocen?
- ¿Qué les llamó la atención del significado de los colores de la *Wiphala*? ¿Por qué?
- ¿Creen que estudiantes de cursos inferiores conocen estas cosmovisiones? ¿De qué forma podrían transmitirles el conocimiento sobre estos temas?
- ¿Cómo les gustaría transmitir el conocimiento en torno a la cosmovisión de los pueblos originarios?

## La cosmovisión del pueblo Mapuche

Uno de los conceptos de carácter filosófico y espiritual más importantes en la cosmovisión del pueblo Mapuche es el *Meli wixan mapu*, que aparece escrito en símbolos en el *kultxug*, instrumento de percusión fabricado con madera nativa, como el canelo, laurel o lingue, y cuero de cordero o caballo, y que traducido sería algo como “los cuatro espacios siderales del cosmos”. Según este, el universo se encuentra compuesto de cuatro fuerzas siderales, cuatro megafuerzas que actúan como tirantes y que hacen que el universo esté en equilibrio eterno y en movimiento a la vez. Lo anterior se ve reflejado en las dos aspas que aparecen dibujadas en todo el *kultxug* y que dan la idea del movimiento y que en el universo todo gira en ciclos.

Esta cuatripartición del universo es muy importante, porque, además, estas cuatro fuerzas se pueden asimilar a los cuatro elementos básicos y eternos del universo: el fuego, el agua, el viento y la tierra. Las personas sabias del pueblo Mapuche (*pu kimche*), que tienen un pensamiento mucho más avanzado, enseñan que estas cuatro fuerzas en el fondo conforman la familia divina originaria, parte más íntima de esta cultura: Anciana (*kalfü wenu kushe*), Anciano (*Kalfü wenu fütxa*), Mujer joven (*Kalfü wenu ülcha*) y Hombre joven (*kalfü wenu weche*).



BDA | U2\_ACT\_19

¿De qué manera el conocimiento científico actual ha integrado los saberes de los pueblos originarios?



## Aprendiendo a formular preguntas de investigación

Formular una **pregunta de investigación** es plantear una interrogante que surge a partir de la observación, lectura o discusión de un fenómeno o un objeto de estudio. Por ello, es uno de los primeros pasos para comenzar una investigación.

En esta oportunidad, la invitación es a formular una pregunta de investigación para estudiar un aspecto de la cosmovisión de los pueblos originarios.

PASO

### 1 → Selección del tema

Si tuvieran que realizar una investigación científica respecto del conocimiento de la comunidad escolar en torno a la cosmovisión de los pueblos originarios, ¿cómo lo harían?, ¿qué pueblos les parece interesante incluir?, ¿qué aspectos de la cosmovisión los motiva a investigar?

En grupos, compartan sus ideas y definan lo que van a investigar y lo que esperan obtener con su investigación. Pueden guiarse por los temas que se mencionan en el recuadro.

#### Temas sugeridos

- Tradiciones
- Constelaciones
- Ciclos terrestres y astronómicos
- Orientación espacial y temporal
- Calendarios

PASO

### 2 → Formulen preguntas simples

Una vez definido el tema de su investigación, formulen preguntas simples que les gustaría responder. La idea de esta etapa es hacer el máximo de preguntas, sin preocuparse de si podrán ser abordadas. Por ejemplo: ¿hay estudiantes que pertenecen a algún pueblo originario?, ¿han cambiado la cosmovisión de los pueblos originarios en el tiempo?, ¿qué diferencias hay entre sus calendarios y el calendario occidental?, ¿qué tradiciones hay en nuestra comunidad escolar relacionadas con la cosmovisión?

Ten en consideración que no todos los pueblos originarios elaboraron calendarios.

PASO

### 3 → Formulen la pregunta de investigación

Las preguntas de investigación suelen expresar la relación entre dos variables. Busquen en sus preguntas simples si hay variables o relaciones causa-efecto que les interesaría investigar. Por ejemplo: ¿cómo influye la ubicación geográfica de los pueblos originarios en su forma de interpretar los fenómenos astronómicos?, ¿qué relación existe entre lo que observan los pueblos originarios en el cielo nocturno y los ciclos de sus calendarios?

Formulen su pregunta y evalúenla considerando lo siguiente:

- ¿Se identifican claramente las variables?
- ¿Está planteada con claridad y sin ambigüedades?
- ¿Es posible conducir una investigación con ella?

## ¿Dónde está el centro del universo?

Imagina que viajas unos 3 000 años al pasado y conversas con personas de esa época. Mientras intentan describir lo que ven en el cielo, te dirán que todo parece viajar a lo largo del cielo y luego volver al otro día. Durante años, los cielos realizan los mismos movimientos, en ciclos que varían un poco dependiendo de si hace mucho frío o mucho calor (aún no se habla de las estaciones tampoco). Por lo tanto, no sería extraño que esas personas te dijeran que el lugar donde se encuentran es el centro de toda la existencia.

El ser humano siempre ha descrito la naturaleza en función de lo que ve, al menos hasta que pudo desarrollar la tecnología para observar lo que nuestros ojos no pueden ver. Y si veía que todo en el cielo seguía arcos a su alrededor, no había motivo para dudar de que estaba en el centro del universo.

En el siglo III a. C., el astrónomo griego Aristarco de Samos propuso que el Sol es el centro de nuestro sistema planetario, pero no recibió ningún apoyo. Ya en el siglo XV, Nicolás Copérnico presentó un modelo heliocéntrico que permitía predecir la posición de los planetas con gran exactitud. Lo siguieron una serie de astrónomos en una verdadera “revolución copernicana” sobre el lugar del ser humano en el universo. La evidencia demostraba que la Tierra no era el centro del sistema solar ni del universo, pero la iglesia de la época luchó contra esos modelos a través de la Inquisición, que por ejemplo quemó en la hoguera a Giordano Bruno, o exigió a Galileo Galilei que se retractara en público.

Con el descubrimiento de otros sistemas planetarios, de otras galaxias, y del desarrollo de la teoría del Big Bang, el ser humano comenzó a entender que el universo mismo no tenía un centro definido, y que su lugar no era privilegiado ni especial.

Fuente: Maza, J. (2020). *Bajo en manto de Urania*. Editorial Planeta.

BDA U2\_ACT\_20 a 23

Piensa en lo que sabes actualmente del universo. ¿Cuáles de las ideas del relato te resultan difíciles de aceptar?, ¿por qué?

¿Crees que para estudiantes de 3° básico resulte complejo entender lo que ocurre más allá de la Tierra? ¿Qué estrategia podrías utilizar para transmitirles este conocimiento de una manera más sencilla?

### Reflexiono sobre lo aprendido

- ¿Qué ideas tenías antes sobre los modelos del universo y qué ideas tienes ahora?
- ¿Qué dice la comunidad científica, hasta ahora, respecto de los modelos del universo? ¿Qué preguntas crees que siguen sin resolver?
- ¿Qué otro modelo propondrías para describir o explicar el origen, la forma o la dinámica del universo?



# ¿Cómo se explica el origen y el futuro del universo?

## Exploro mis ideas

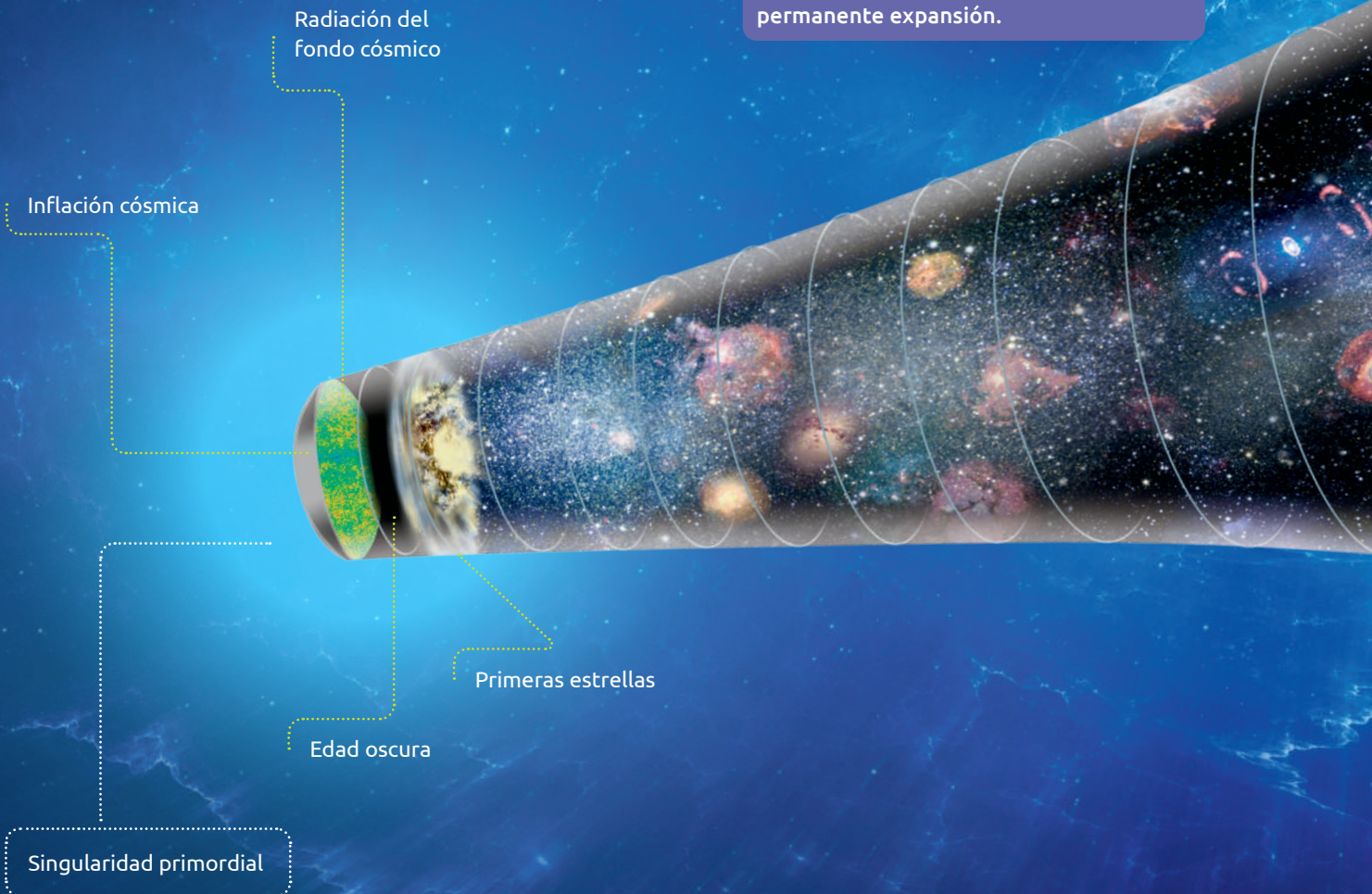
- ¿Cómo crees que se formó el universo? ¿En qué te basas para responder?
- ¿Qué te motiva a aprender sobre el universo?
- ¿Cómo piensas que se modificará lo que sabemos del universo en 100 o 10 000 años?, ¿por qué?

## La teoría del Big Bang

La teoría científica del Big Bang, a pesar de no responder a todas las preguntas sobre el cosmos y tener algunas limitaciones, es la teoría más aceptada actualmente por la comunidad científica respecto del origen y la evolución del universo.

BDA U2\_ACT\_24  
U1\_APL\_2

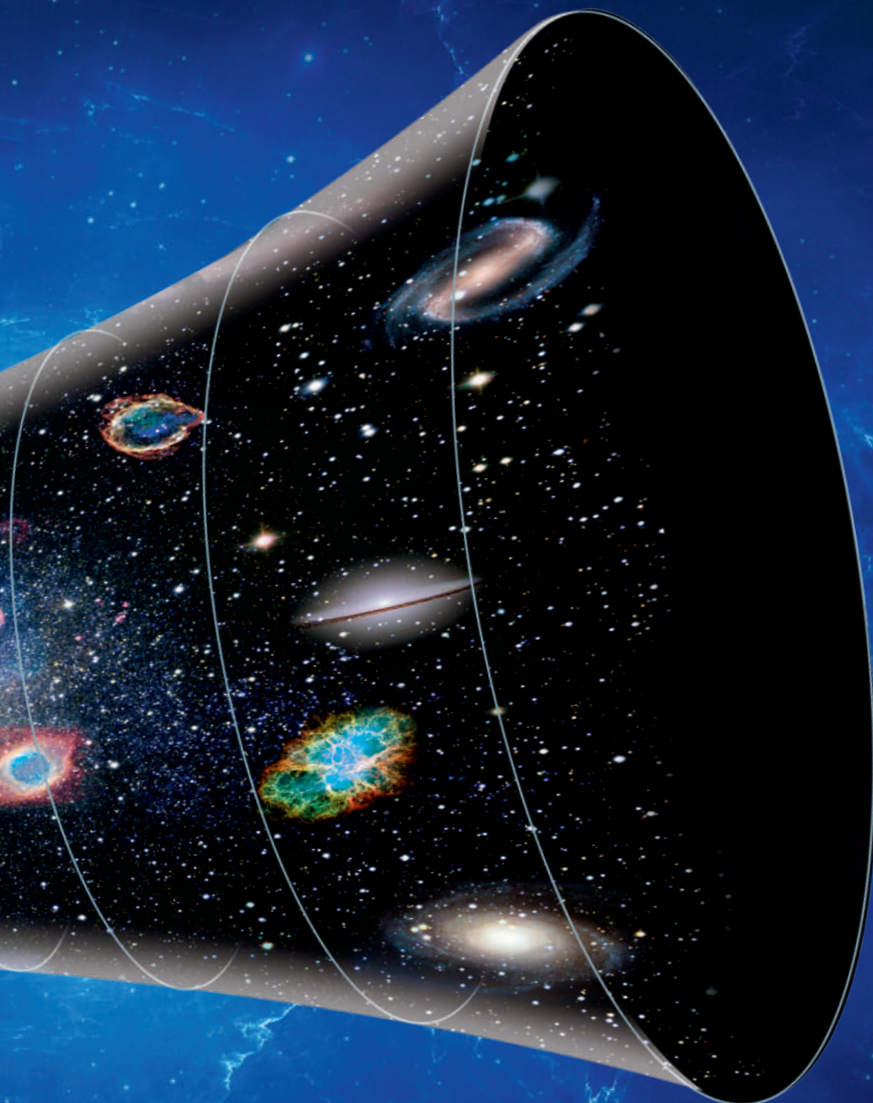
La teoría del Big Bang señala que, hace aproximadamente 13.800 millones de años, el universo habría surgido de una “gran explosión” de un punto de volumen cero, temperatura infinita y densidad infinita, una singularidad primordial, donde se encontraba contenida toda la masa y la energía del universo. Desde su origen, el universo ha estado en permanente expansión.





La información y el conocimiento científico que se ha producido sobre el posible “origen” y posterior evolución del universo son aproximaciones inacabadas, no ajenas a controversias y que siguen en estudio en campos como la cosmología y la física teórica, entre otros.

BDA U2\_ACT\_25 a 27



### 📶 Recursos digitales

Ingresa el código **T23F2MP049A** para reflexionar sobre “¿qué había antes del Big Bang?”

Aproximadamente en fracciones de segundos después de la “Gran Explosión”, el universo se habría expandido extremadamente rápido en todas las direcciones, fenómeno conocido como **inflación cósmica**. Las condiciones eran tan extremas que llevaba a la creación y aniquilación continua de partículas y antipartículas. Se transformaba materia y energía simultáneamente. Pero, a medida que se enfriaba, debido a la expansión del universo, las partículas se hicieron más estables.

Las partículas primitivas, al disminuir su temperatura, disminuyeron también su velocidad. Así se dieron las condiciones para la formación de los átomos del primer elemento, el hidrógeno. Más tarde, se formaría el helio y el litio.

Transcurridos aproximadamente tres minutos desde el Big Bang, ya se habían producido los hechos más importantes en el proceso de formación del universo. Unos 380 000 años después del Big Bang, el universo comenzó a ser transparente. Esto permitió las primeras emisiones de luz. Aproximadamente 200 millones de años más tarde, las nubes de gas de hidrógeno y helio darían lugar a las primeras estrellas. Cerca de 500 millones de años después del Big Bang se formarían las primeras galaxias. Durante los 8 000 millones de años siguientes, habría continuado el proceso de formación de nuevas galaxias.

Hoy se estima que el Sistema Solar se formó hace aproximadamente 4 600 millones de años, mientras la Tierra se formaría más tarde, hace 4 500 millones de años.

📌 Este modelo no está a escala espacial ni temporal. Además, dada la complejidad de representar el “origen” y evolución del universo, tiene limitaciones científicas y didácticas.

### Gran idea de la ciencia

“La energía no se crea ni se destruye, solo se transforma”. ¿Crees que esta frase es coherente con lo que plantea la teoría del Big Bang?

## Evidencias que respaldan la teoría del Big Bang

En 1964, los físicos Arno Penzias y Robert Wilson, mientras trabajaban para una compañía telefónica, detectaron por accidente una radiación de microondas que provenía desde todas partes del espacio. Al principio pensaron que era un error debido a un fallo del equipo de medida, pero en realidad lo que habían descubierto era una prueba de la creación del universo. El fenómeno descubierto, conocido como radiación de fondo cósmico, constituye una de las evidencias más importantes de la teoría del Big Bang, que en un principio se planteó sin prueba alguna.

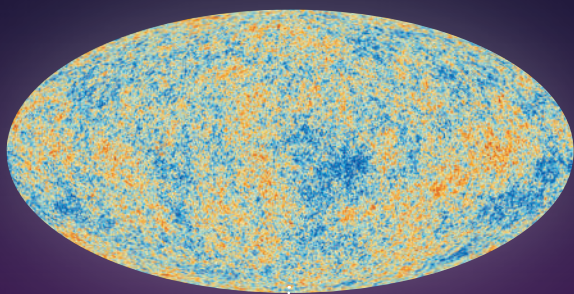
Pero ¿existen más evidencias que permitan respaldar la teoría del Big Bang? Pues sí, a continuación, algunas de ellas.

Si existen diferentes evidencias que respaldan la teoría del Big Bang, ¿por qué piensas que esta teoría no se ha consolidado en la comunidad científica? ¿De qué manera este hecho refleja que la ciencia está en constante revisión?

### La radiación de fondo cósmico

Si bien podemos imaginar que gran parte del universo se encuentra vacío, se ha podido demostrar que esto no es así, ya que existen ondas electromagnéticas, en su mayoría microondas, que son perceptibles desde todas direcciones del espacio. El origen de esta radiación se remonta a los inicios del universo, cuando este se encontraba a muy alta temperatura.

Las zonas rojas y azules representan pequeñas fluctuaciones en la temperatura de la radiación de fondo cósmico. Si bien la temperatura de esta radiación es uniforme en promedio, hay regiones ligeramente más calientes (azules) y más frías (rojas).



Este mapa muestra la luz más antigua del universo, detectada con la mayor precisión hasta el momento por la misión Planck. La antigua luz, llamada fondo cósmico de microondas, se imprimió en el cielo cuando el universo tenía 370 000 años.

### Universo en expansión

El astrónomo Edwin Hubble (1889 -1953) logró medir las distancias de algunas galaxias, a través del estudio de estrellas de brillo variable llamadas Cefeidas. Utilizó el método desarrollado por la astrónoma Henrietta Leavitt (1868 – 1921), el cual permitía medir las distancias estelares. Hubble, a lo largo de los años, continuó midiendo la distancia relativa y redshift (corrimiento al rojo) para galaxias mucho más distantes. En 1929 publica un trabajo en que presenta los datos de 46 galaxias (con medidas confiables para 20 de ellas), identificando que casi la totalidad de las galaxias vecinas se estarían alejando. Con esta evidencia, la interpretación dominante por parte de la comunidad científica fue que el universo está en expansión.

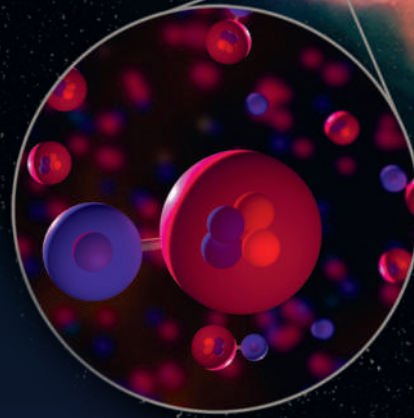
BDA U2\_ACT\_28 a 31

## Abundancia de elementos primordiales

Una de las principales predicciones de la teoría del Big Bang tiene relación con la proporción de los elementos ligeros o primordiales existentes en el universo.

Según esta teoría, los elementos ligeros, principalmente el hidrógeno, el deuterio y los isótopos de helio y litio, se formaron entre los 100 y 300 segundos después de la gran explosión.

A medida que el universo se fue expandiendo, su temperatura disminuyó de manera considerable. Esto permitió que los protones y electrones se unieran para formar los elementos ligeros. Como existe una gran coincidencia entre la proporción de elementos ligeros predicha por la teoría y la proporción observada, esta constituye una de las evidencias que apoyan la teoría del Big Bang.



¿Cómo la teoría de la inflación cósmica complementa la teoría del Big Bang para proporcionar una explicación más detallada de la evolución del universo?

¿Cómo influye la materia oscura y la energía oscura en la estructura y dinámica del universo?

Imagen de la nebulosa planetaria NGC 7027, tomada en la misión SOFIA con ilustración de moléculas de hidruro de helio. Esta es la primera vez que se encuentra hidruro de helio en el universo moderno.

Pese a la gran cantidad de evidencias que respaldan la teoría del Big Bang, existen ciertos aspectos de dicha teoría que no han podido ser del todo resueltos. Por ejemplo, la forma del universo o la energía y la materia oscura. ¿Qué debería ocurrir para que una teoría sea aceptada por la comunidad científica? ¿Cómo les explicarían a otras personas la importancia de las evidencias en la construcción del conocimiento científico?

El conocimiento científico se basa en observaciones e inferencias. ¿Cómo explicarías las diferencias entre ambos conceptos? De lo estudiado en estas páginas, ¿qué corresponde a una observación y qué a una inferencia?



## Aprendiendo a analizar científicamente

**Analizar** científicamente consiste en relacionar conocimientos previos con los datos y resultados de una investigación a fin de plantear inferencias, validar o reformular una hipótesis o elaborar conclusiones.

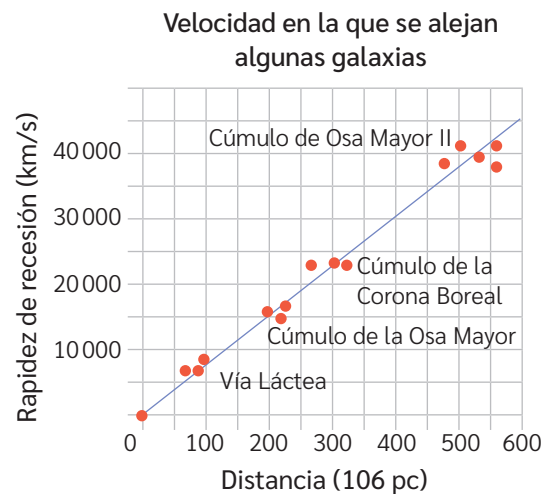
En esta oportunidad, te invitamos a analizar el movimiento de algunas galaxias a partir de los resultados de la siguiente investigación.

Mientras estudiaba el movimiento de algunas galaxias, Hubble observó que estas se alejaban con cierta velocidad, según se muestra en el gráfico.

Dos personas estudiaron este fenómeno y formularon las siguientes hipótesis:

**Hipótesis 1:** Existe una relación lineal entre la distancia de una galaxia a la Tierra y la velocidad con que la primera se mueve respecto de la segunda. Su constante de proporcionalidad corresponde a la pendiente de la recta.

**Hipótesis 2:** La distancia entre una galaxia y la Tierra es directamente proporcional a la velocidad con que la primera se mueve respecto de la segunda. Su constante de proporcionalidad corresponde a la magnitud de la velocidad.



**Fuente:** Henry, J., Yurukcu, M. y Nnanna, G. (12 de octubre de 2021). How Fast Is the Distance between Earth and Sun Changing in the Solar System? *Preprints*.

PASO

### 1 → Relaciona las partes importantes de la información con lo que sabes

A partir de la situación anterior, y para guiarte en este paso, te proponemos responder las siguientes preguntas.

- ¿Qué representan el eje de ordenadas y el eje de abscisas?
- ¿Cuáles son las variables dependiente e independiente? ¿Qué relación se puede establecer entre las variables?
- ¿Con qué fenómeno luminoso es posible observar el movimiento de las galaxias? Explica.
- ¿Cómo se relaciona la información del gráfico con la expansión del universo? Explica.

PASO

### 2 → Analiza los resultados de la investigación

BDA U2\_ACT\_34 y 35

Con las respuestas anteriores y teniendo en consideración lo que sabes respecto de la luz y el movimiento de los cuerpos, responde:

- ¿Cuál de las hipótesis se valida?
- ¿Cuál podría ser la pregunta de investigación que esperan responder?
- ¿Qué puedes concluir sobre el movimiento de algunas galaxias lejanas?

## ¿Cómo se llegó a proponer la teoría del **Big Bang**?

Como consecuencia de la teoría de la relatividad general, el universo debía ser dinámico, lo cual iba en contra de la propia idea del científico alemán Albert Einstein, quien defendía un universo estático. Por otro lado, el científico soviético Alexander Friedmann comenzó a estudiar la teoría de la relatividad general después de 1920, y más allá de la opinión de Einstein, descubrió la posibilidad de un universo en contracción o en expansión, aunque no la expansión del universo.

Luego de la postulación de un posible universo dinámico, la idea de un universo finito no demoró en surgir, y su precursor fue el sacerdote y astrónomo belga Georges Lemaître. Él, quien estaba actualizado con las implicancias de la teoría de la relatividad, en 1925, de modo independiente, obtuvo las ecuaciones equivalentes a Friedmann, pero, al contrario, y sin conocer los trabajos del soviético, desarrolló una teoría física consistente denominada “átomo primordial”, que recién publicaría en 1931 y que tomaría varios años que fuese tomada en serio.

Entretanto, en 1929 Edwin Hubble constató que las galaxias se alejaban unas de otras por medio de su redshift (corrimiento al rojo). Así, ofreció una significativa evidencia de un universo en expansión a la comunidad científica. La hipótesis de Lemaître fue

¿Qué piensas que está ocurriendo con las ideas actuales sobre el origen del universo? ¿Crees que en un futuro estas ideas puedan seguir modificándose?

Por lo general, las personas piensan que una teoría es un conjunto de conocimientos confirmados y aceptados. ¿Por qué crees que es así? ¿Qué opinas al respecto?



revivida y mejorada por George Gamow y sus colaboradores al final de la década de 1940, pero aun así no ganó más reconocimiento. De hecho, entre 1954 y 1963 solamente hubo un artículo publicado sobre el “Big Bang”. La expresión Big Bang fue indicada por Fred Hoyle en un programa de radio en 1949, inicialmente, como una manera irónica de referirse al modelo de un universo creado en un instante determinado. El nombre Big Bang recién aparece, oficialmente, en un artículo en 1966.

Fuente: <https://bibliotecadigital.mineduc.cl>

El avance (o no avance) de la ciencia en un determinado periodo está influenciado, entre otros aspectos, por los prejuicios y preconceptos que muchas veces impiden ver los problemas desde una nueva perspectiva, por lo que el progreso solo es posible al cuestionar lo que otros dan por sentado. Sabiendo esto, ¿qué opinas de la actitud adoptada por Hoyle al no aceptar la teoría del Big Bang? ¿Crees que en la actualidad se dé este tipo de situación entre quienes investigan?

## ¿Cuál podría ser el futuro del universo según las ciencias?

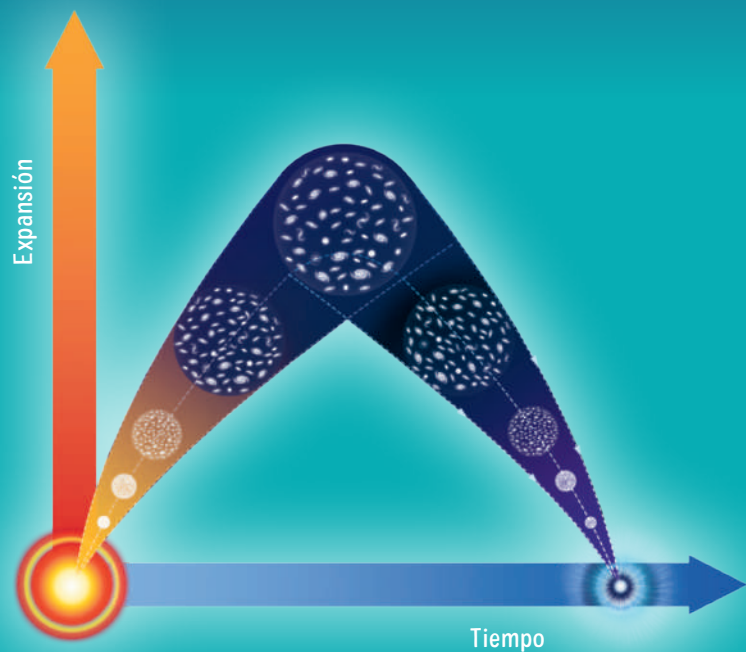
En la actualidad, existen evidencias científicas que permiten establecer que el universo se expande de forma acelerada. Sin embargo, cómo evolucionará o cuál será su destino es aún incierto. Para analizar los posibles destinos del universo, la comunidad científica ha tenido que barajar diferentes posibilidades, considerando el balance existente entre la cantidad de masa y la fuerza de atracción gravitacional.

A continuación, te invitamos a descubrir los posibles desenlaces del universo a partir del conocimiento que se tiene actualmente.

¿De qué factores depende la visión que tenemos del origen y futuro del universo? Discute en parejas.

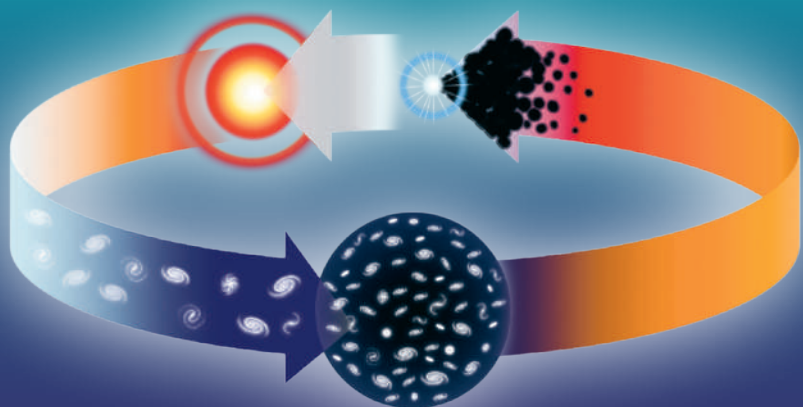
### Big Crunch

La “gran implosión”, también conocida como “gran colapso” o Big Crunch, es una de las teorías cosmológicas sobre el destino final del universo. Esta sostiene que, si en el universo existiera suficiente masa, la velocidad de expansión se reduciría hasta detenerse. Luego de esto, comenzaría su contracción. Esta teoría señala que, si el universo es esférico (cerrado), su origen y evolución sería la siguiente: a partir del Big Bang, el universo se expandió. Con el transcurso del tiempo, dicha expansión alcanzará su tamaño máximo. Luego, desde ese punto, el universo comenzará a contraerse hasta que la materia y la energía colapsen. Este posible evento se conoce como Big Crunch.



### Big Bounce

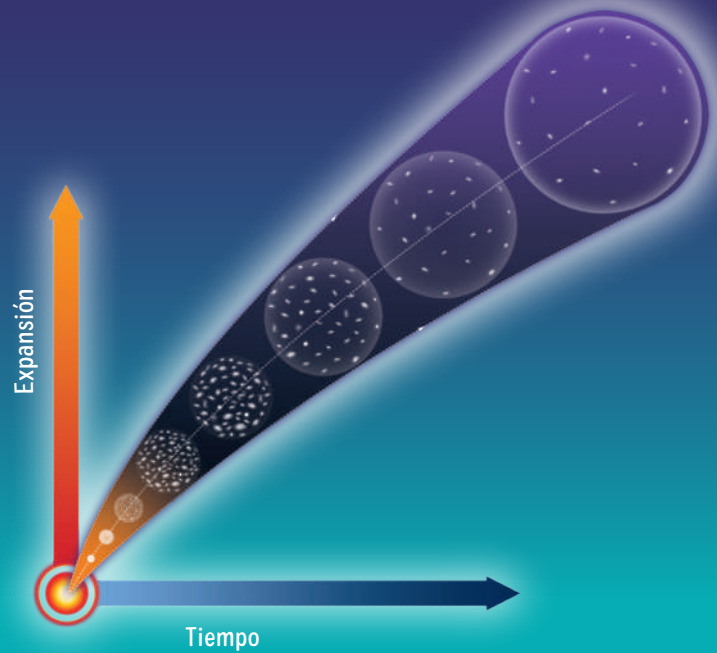
A partir del posible colapso del universo, ha surgido la teoría del universo pulsante o Big Bounce (gran rebote). Esta propone que, después de la gran implosión, puede originarse nuevamente un Big Bang. De esta manera, el universo nacería y colapsaría constantemente.





### Big Freeze

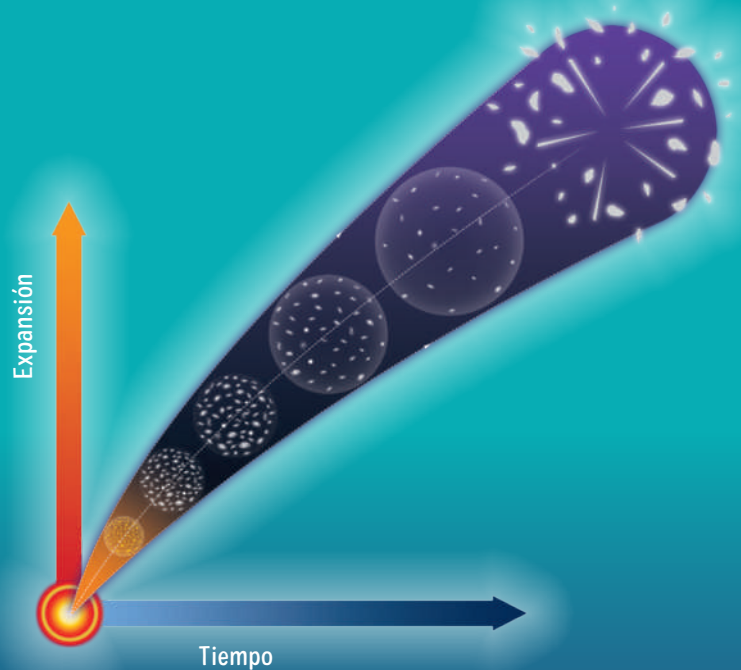
Esta teoría plantea que es posible que el universo continúe expandiéndose por siempre. De esta manera, las distancias entre las galaxias serán cada vez mayores. Con el transcurso de miles de millones de años, las estrellas se apagarán y el universo se tornará frío y oscuro. Este posible final se conoce como Big Freeze (gran congelamiento).



¿Consideras que puede haber más teorías sobre el destino del universo? ¿Qué crees se necesita para formular una teoría sobre el fin del universo? Fundamenta.

### Big Rip

Esta teoría plantea la posibilidad de que el universo se expanda tan violentamente que todas las estructuras presentes en él se desintegrarán. Este escenario se conoce como Big Rip (gran desgarramiento). Según las evidencias de las que se disponen hoy en día, entre las que destaca la expansión acelerada, las estructuras del universo (desde galaxias hasta átomos) se alejarán cada vez más una de otras, por lo que la expansión no tendrá fin.



BDA | U2\_ACT\_41 a 42

### Reflexión sobre lo aprendido

- De lo que aprendiste en esta lección, ¿qué modificó tus respuestas iniciales?
- ¿Qué nuevos conceptos se te vienen a la mente cuando escuchas sobre la teoría del Big Bang?
- ¿Cuáles crees que son los principales desafíos de la comunidad científica en torno al estudio del universo?

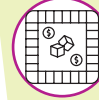
## Desarrollo de productos

FASE 3

Ha llegado el momento de crear el producto final de su proyecto y de compartirlo con el curso. Para ello, realicen lo siguiente:

- Elaboren una presentación en Power Point o Canva para mostrar el proyecto al curso. Argumenten sus decisiones, considerando su aporte al abordaje de la pregunta guía.
- Evalúen las críticas y los aportes recibidos en la presentación con el fin de mejorar su producto final.
- Realicen los ajustes necesarios al producto final y, con ello, elaboren una carta para solicitar la implementación del proyecto en su comunidad escolar.

### IDEAS DE PRODUCTOS



Juegos de mesa



Cuentos infantiles



Maquetas en 3D

BDA U2\_ACT\_43 y 44

## Presentación del producto final

FASE 4

¡Implementen sus proyectos en la comunidad escolar!  
Luego, respondan:

De las metas planteadas al inicio de este proceso, ¿cuáles se cumplieron y cuáles no?, ¿a qué creen que se debe?

¿Cuán satisfactorio consideran que fue el proyecto realizado? ¿Cómo podrían mejorarlo?

¿Qué recordarán de este proyecto?



¿Creen que los niños y niñas del colegio aprendieron sobre el universo?, ¿por qué?

Si vuelven a realizar un proyecto similar, ¿qué harían igual y qué harían diferente?

¿Qué es lo que más valoran de cada integrante del equipo y del equipo en su conjunto?, ¿por qué?

## Expansión acelerada del universo + Premio Nobel + Chile

El 2011, la Real Academia de Ciencias de Suecia anunció que el Premio Nobel de Física fue concedido a tres astrónomos: Saul Perlmutter, Brian Schmidt y Adam Riess. Estos científicos descubrieron que la expansión del universo, al contrario de lo que se pensaba, no se está deteniendo, sino que acelerando. La causa de esta aceleración se atribuye a la energía oscura, constituyente de cerca del 70% del universo y de naturaleza desconocida. Este descubrimiento, revolucionario para la astrofísica y la cosmología, amplía nuestros límites de comprensión y plantea desafíos significativos para la comunidad científica. Para llegar a este descubrimiento, estos científicos se basaron en algunas de las contribuciones científicas derivadas del proyecto Calán/Tololo (C&T), realizado entre 1990-1996, el cual estuvo dirigido por el astrónomo chileno Mario Hamuy. La Real Academia de Ciencias de Suecia destaca que la mitad de las supernovas que condujeron directamente a este descubrimiento provinieron del trabajo del proyecto

C&T, así como la técnica para medir distancias en el universo. El proyecto Calán/Tololo fue iniciado por astrónomos del Departamento de Astronomía de la Universidad de Chile y el Observatorio Inter-Americano de Cerro Tololo (Mario Hamuy, José Maza, Mark Phillips y Nicholas Suntzeff), con la colaboración de los y las investigadores/as Roberto Antezana, Roberto Avilés, Luis González, Robert Schommer, Lisa Wells y Marina Wischnjewsky.

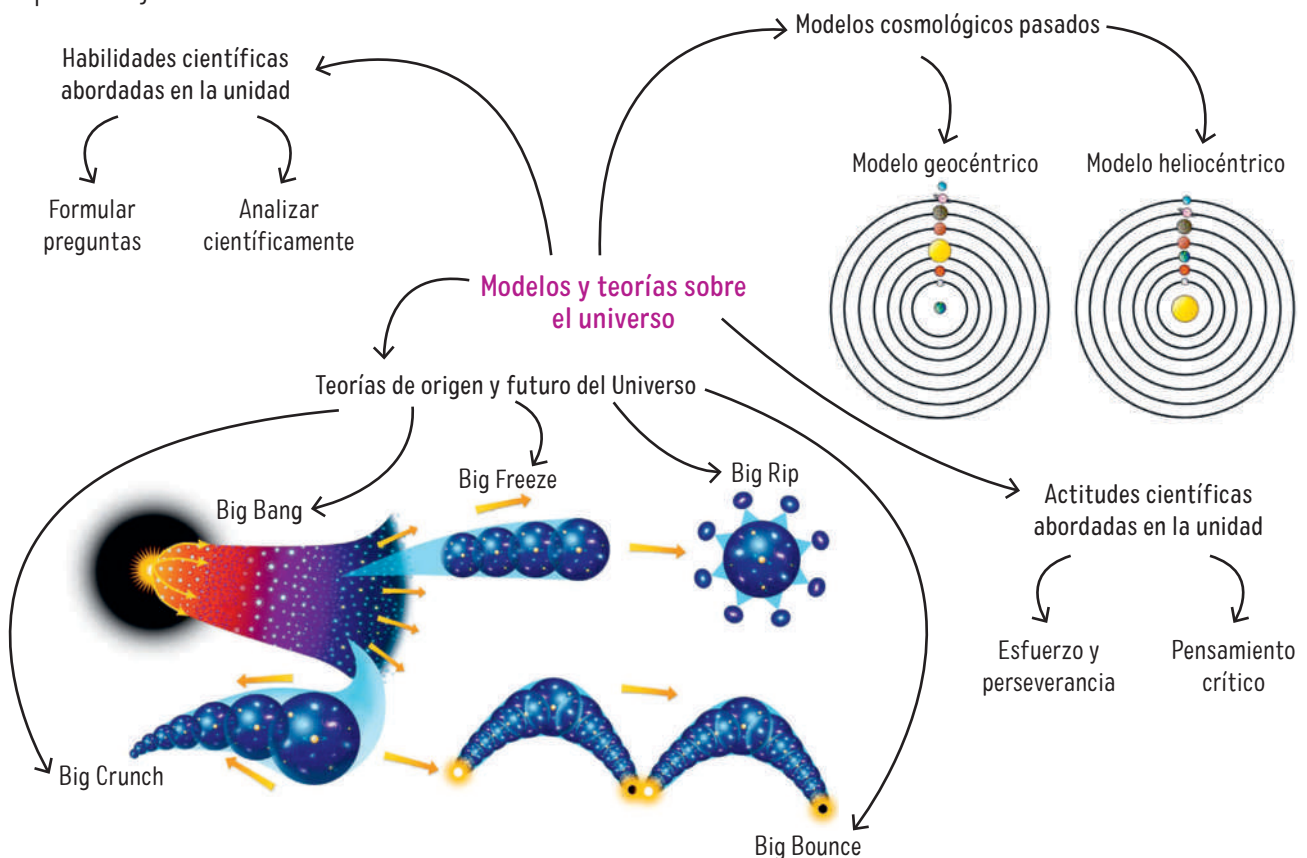
Fuente: Universidad de Chile (s.f.). Premio Nobel de Física 2011 se basa en investigación de astrónomos de la Universidad de Chile. <https://uchile.cl/noticias> (Adaptación).

### Recursos digitales

Ingresa el código **T23F2MP057A** para aprender más de la expansión acelerada del universo y el código **T23F2MP057B** para conocer los aportes de la ciencia en Chile a la comunidad científica internacional.

A continuación, se muestra un mapa mental que resume los principales aprendizajes de la Unidad.

BDA U2\_ACT\_45 a 47





A continuación, encontrarás la definición de diferentes conceptos científicos utilizados en el Texto.

## A

**Aceleración:** magnitud vectorial que representa el cambio de la velocidad por unidad de tiempo.

**Amplitud:** distancia entre la posición o punto de equilibrio y el punto más alejado de una onda.

**Analizar resultados:** relacionar el conocimiento científico con los datos y resultados de una investigación. Esto, con el propósito de plantear inferencias, validar o reformular una hipótesis y elaborar conclusiones.

**Antinodo:** punto de una onda estacionaria de máxima amplitud que se encuentra entre dos nodos.

**Armónico de un sonido:** frecuencia múltiplo de la frecuencia original.

**Año luz:** medida de longitud que se emplea en el ámbito de la astronomía y corresponde a la distancia que recorre la luz cuando viaja durante un año.

**Astronomía:** ciencia que estudia los astros, sus movimientos y las leyes que los rigen.

## C

**Comunicar conclusiones científicas:** transmitir los conocimientos adquiridos tras una actividad científica, como un experimento o investigación.

**Cuerpo:** objeto físico en tres dimensiones que posee masa y energía.

## D

**Deformación:** cambio en la forma de un cuerpo, la que puede ser permanente o momentánea.

**Despreciar:** considerar que algo no merece aprecio o atención.

**Diagrama de cuerpo libre:** esquema vectorial que representa las fuerzas que actúan sobre un cuerpo.

**Disipar:** hacer que algo se desvanezca por separación de las partes que lo forman.

## E

**Elasticidad:** propiedad mecánica de ciertos materiales que les permite experimentar deformaciones reversibles cuando son sometidos a la acción de fuerzas externas.

**Elongación:** deformación medible de un material con características elásticas.

**Espejo:** superficie de cristal azogado por la parte posterior, de acero u otro material reluciente, para que se reflejen en él los objetos que tenga delante.

**Estrella:** objeto astronómico que emite luz propia gracias a procesos fisicoquímicos que ocurren en su interior.

**Exoplaneta:** planeta que se encuentra fuera de nuestro sistema solar y que orbita en torno a una estrella distinta del Sol.

**Evaluar:** emitir un juicio sobre algo (un texto, un resultado o un procedimiento) utilizando criterios.

**Evidencia experimental:** resultado que permite validar o rechazar una hipótesis o una teoría científica.

**Explicar:** dar sentido a las observaciones y los resultados de una investigación utilizando el conocimiento científico y un vocabulario disciplinar pertinente.

## F

**Formular hipótesis:** plantear una respuesta anticipada a una pregunta o problema de investigación.

**Formular una pregunta de investigación:** plantear una pregunta que surge de la observación de un fenómeno o de un objeto de estudio.

**Fotón:** cada una de las partículas que, según la física cuántica, constituyen la luz y, en general, la radiación electromagnética.

**Frecuencia:** la cantidad de ciclos u oscilaciones que se realizan por unidad de tiempo.

**Frecuencia fundamental:** frecuencia con la que naturalmente vibra un cuerpo u objeto.

## H

**Haz de luz:** corriente en una sola dirección de radiación electromagnética o de fotones.

**Hipótesis:** respuesta anticipada a una pregunta o problema de investigación.

## I

**Imagen:** reproducción de la figura de un objeto originada por la combinación de los rayos de luz que proceden de él.

**Inferencia:** conclusión basada en la interpretación lógica y objetiva de la evidencia.

## L

**Lente:** pieza elaborada de material transparente y limitada por dos superficies que pueden ser curvas, o bien una plana y la otra curva.

**Ley:** expresión concisa o ecuación matemática que resume una amplia variedad de observaciones y experiencias.

**Longitud de onda:** distancia entre dos puntos correspondientes a una misma fase para dos pulsos consecutivos de una onda.

## M

**Magnitud escalar:** cantidad que se determina por un valor numérico y una unidad de medida.

**Magnitud vectorial:** cantidad física que se caracteriza por tener una magnitud, una dirección y un sentido.

**Masa:** medida de la inercia que posee un cuerpo.

**Materia:** componente principal de los cuerpos, capaz de adoptar toda clase de formas y de experimentar cambios y caracterizada por un conjunto de propiedades físicas o químicas perceptibles a través de los sentidos.

**Materia oscura:** tipo de materia, correspondiente al 27 % de la materia-energía del universo, que no es energía oscura, materia bariónica ni neutrinos.

**Mecánica:** parte de la física que trata del equilibrio y del movimiento de los cuerpos sometidos a cualquier fuerza.

**Meteorito:** restos de rocas o metal que proceden del espacio y han llegado a la superficie de la Tierra.

**Modelo:** representación que permite explicar un fenómeno en estudio.

**Módulo:** medida que se toma convencionalmente como norma o regla para medir o valorar cosas de la misma naturaleza.

## N

**Nebulosa:** materia cósmica celeste, luminosa, compuesta de polvo y gas, que ofrece diversas formas.

**Nodo:** en una cuerda vibrante, corresponde a un punto en el que la amplitud de la vibración es cero.

## O

**Observación:** proceso que permite examinar un fenómeno u objeto de estudio a partir de los sentidos.

**Onda:** perturbación de un medio (material o no) que transporta energía y no masa.

**Opacidad:** cualidad de opaco.

**Opaco:** cuerpo que impide el paso de la luz.

## P

**Paralelo:** que no puede cruzar ni cortar otra línea u otro plano por más que se prolongue, porque todos los puntos de uno están a la misma distancia de los puntos respectivos del otro.

**Parámetro:** elemento o dato importante desde el que se examina un tema, cuestión o asunto.

**Periodo:** tiempo en el que se completa un ciclo completo u oscilación.

**Perpendicular:** que forma un ángulo recto con otra línea u otro plano.

**Peso:** medida de la fuerza de gravedad que ejerce un cuerpo celeste sobre una masa.

**Planeta:** cuerpo celeste que orbita en torno a una estrella y que ha alcanzado el equilibrio hidrostático y limpiado su vecindad de cuerpos menores.

**Planeta enano:** cuerpo celeste que orbita en torno a una estrella, que ha alcanzado un equilibrio hidrostático, pero no ha limpiado su vecindad de cuerpos menores.

**Planificar una investigación:** elaborar planes o proyectos para buscar la explicación a un fenómeno o situación mediante diversos pasos que puede incluir: la búsqueda y revisión de documentos, experimentaciones, entre otros.

**Plasticidad:** propiedad de un material para ser moldeado o modificado en su forma.

**Predecir:** explicar lo que puede ocurrir en relación con un acontecimiento científico bajo ciertas condiciones específicas.

**Pregunta de investigación:** interrogante que surge de la observación de un fenómeno u objeto de estudio.

**Protoplaneta:** planeta en vías de formación.

**Pulso:** perturbación de corta duración generada en un punto de un medio material y transmitida por dicho medio.

## R

**Radiación:** emisión de energía o de partículas que producen algunos cuerpos y que se propagan a través del espacio.

**Resorte:** material cuya disposición y geometría permiten que experimente deformaciones reversibles. Existen resortes de tracción, de compresión y de torsión.

## S

**Sistema de referencia:** lugar desde el cual se describe la posición o el movimiento de un objeto. Para ello, se le asocia un sistema de coordenadas.

## T

**Teoría:** explicación inferida respecto de un fenómeno observable (evidencia).

**Tiempo:** dimensión física que representa la sucesión de estados por los que pasa la materia. Periodo con una duración indeterminada durante el que se realiza una acción o se desarrolla un acontecimiento.

## U

**Usar un modelo:** elaborar, seleccionar y ajustar representaciones para describir, explicar o analizar fenómenos y mecanismos.

## V

**Vacío:** espacio carente de materia.

**Variable dependiente:** resultado medible que resulta al manipular la variable independiente.

**Variable independiente:** variable que el investigador puede manipular.



A continuación, se presenta una lista de libros y sitios web que puedes utilizar para acompañar tu proceso de aprendizaje y ampliar tus conocimientos sobre las temáticas abordadas en este Texto.

Además, como complemento a estos libros y sitios web, puedes utilizar los recursos existentes en la biblioteca escolar (CRA y digital). Para esto, se sugiere pedir asesoría al encargado CRA del establecimiento.

## LIBROS SUGERIDOS

- Canio, M. y Pozo, G. (2020). *Wenumapu: Astronomía y cosmología mapuche*. Editorial Ocho libros.
- Gomberoff, A. (2020). *Física y Berenjenas*. Penguin Random House Grupo Editorial.
- Hamuy, M. (2022). *Viaje al Big Bang*. Editorial Debate.
- Hawking, S. (2018). *Breves respuestas a las grandes preguntas*. Editorial Crítica.
- Hugh, Y. y Roger, F. (2018). *Física Universitaria con Física Moderna 1*. Pearson.
- Martínez, G. (2022). *Física-mente*. Ediciones UC.
- Maza, J. (2017). *Somos polvo de estrellas*. Planeta.
- Maza, J. (2019). *Eclipses*. Editorial Planeta.
- Nanculef, J. (2020). *Astronomía, cosmovisión y religiosidad mapuche*. Fundación Aitue.
- Santaolalla, J. (2017). *Inteligencia física*. Plataforma Editorial.
- Serway, R. (2022). *Física 1. Problemas y Soluciones*. Cengage Learning.
- Serway, R. (2022). *Física 2. Problemas y Soluciones*. Cengage Learning.
- Stuart, C. (2019). *El Libro de la Física*. Contrapunto.
- Uría, J. M. (2021). *La física del universo cinematográfico Marvel* (2.ª ed.). Sportula.
- Vidal, J. A. S., Rianza, E., y Luquero, R. M. (2017). *El origen del universo*. Digital Reasons.

## SITIOS WEB SUGERIDOS

- **Biblioteca Digital Escolar** <https://bdescolar.mineduc.cl/>  
Plataforma del Ministerio de Educación con una variedad de libros recomendados por edad, asignatura y temas.
- **Aprendo en línea** <https://www.curriculumnacional.cl/estudiantes/>  
Plataforma del Ministerio de Educación que ofrece de forma gratuita videos, simulaciones, cursos en línea, recursos interactivos, lecciones completas, aplicaciones, entre otros recursos educativos para tu aprendizaje.
- **Canva** <https://www.canva.com/>  
Plataforma de diseño gráfico que permite a los usuarios crear gráficos, presentaciones, carteles, documentos y otros contenidos visuales.
- **Chile científico** <https://chilecientifico.com/>  
Página que comparte noticias del ámbito científico.
- **Ciencia en Chile** <https://www.cienciaenchile.cl/>  
Página que difunde publicaciones científicas en un lenguaje cercano, claro y preciso para las personas.
- **Diagrams** <https://www.diagrams.net/>  
Plataforma en línea y gratuita para la creación de mapas conceptuales y esquemas. También cuenta con una aplicación descargable para computadores.
- **Educación ambiental y participación ciudadana** <https://educacion.mma.gob.cl/>  
Página del Programa de Educación Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente.
- **Flaticon** <https://www.flaticon.es/>  
Banco de íconos personalizables, en su mayoría de descarga gratuita.
- **Freepik** <https://www.freepik.es/>  
Banco de imágenes, logotipos, carteles, fotografías y gráficos que se pueden descargar, en su mayoría, de manera gratuita.
- **iLovePDF** <https://www.ilovepdf.com/es>  
Plataforma completamente gratuita para unir, separar y comprimir PDF. Además, permite convertir documentos Office a PDF, PDF a JPG y JPG a PDF. No requiere de instalación.
- **Mapa sonoro** <https://www.acusticauach.cl/mapa/>  
Página del Instituto de Acústica de la Universidad Austral de Chile elaboró, para el Ministerio del Medio Ambiente, sobre los Mapas de Ruido en diferentes ciudades.
- **Ministerio de Ciencia** <https://www.minciencia.gob.cl/>  
Página del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

- **Museo Chileno de Arte Precolombino** <http://www.precolombino.cl/>  
Página del Museo con información sobre eventos, exposiciones y colecciones.
- **NASA** <https://www.nasa.gov/>  
Página oficial del programa espacial civil de Estados Unidos y el líder mundial en exploración espacial.
- **Observatorio ALMA** <https://www.almaobservatory.org/es/>  
Página oficial del proyecto astronómico ALMA.
- **Pixabay** <https://pixabay.com/es/>  
Banco de imágenes gratuitas y en alta resolución.
- **Powtoon** <https://www.powtoon.com/>  
Plataforma para crear presentaciones y videos explicativos animados.
- **Pueblos originarios en América** <https://pueblosoriginarios.com/>  
Página con información y fotografías de los diferentes pueblos originarios que habitan América.
- **Revista Brotes Científicos** <https://brotescientificos.usach.cl/>  
Revista especializada en la difusión de trabajos escolares que han participado en diferentes instancias de investigación escolar.
- **Revista Ecociencias** <https://revistaecociencias.cl/>  
Revista digital especializada en difusión de ciencia, tecnología, innovación y medioambiente.
- **Scribbr** <https://www.scribbr.es/>  
Generador automático de bibliografía APA y detector de plagio.
- **Slidesgo** <https://slidesgo.com/es/>  
Catálogo de temas gratuitos y adaptables para presentaciones creativas en plantillas de Google Slides y PowerPoint.
- **Stilus** <http://www.mystilus.com/>  
Corrector ortográfico, gramatical y de estilo para español.



En el desarrollo del Texto del estudiante de **Ciencias Naturales Física 1° y 2° medio**, participó el siguiente equipo:

**Dirección editorial**

Arlette Soledad Sandoval Espinoza

**Coordinación área Ciencias Naturales**

Andrea Tenreiro Bustamante

**Edición**

Carolina Nicole Tobar González

**Asistente de edición**

Javiera Roxana Poblete Uribe

**Autoría Texto del Estudiante**

Carolina Nicole Tobar González

Gabriel Alberto Leiva Rubio

Javiera Roxana Poblete Uribe

Nicolás Felipe Sepúlveda Ballesteros

Robbie Andrés Barrera Yáñez

**Autoría Banco Digital de Actividades**

Robbie Andrés Barrera Yáñez

Paula Camila Bravo Valdés

Nicolle del Tránsito Celis Rojas

Javiera Roxana Poblete Uribe

Nicolás Felipe Sepúlveda Ballesteros

Carolina Nicole Tobar González

**Consultoría didáctica y disciplinar**

Paula Camila Bravo Valdés

**Consultoría de pueblos originarios**

Alicia Lucrecia Salinas Álvarez

**Corrección de estilo y prueba**

Víctor Alejandro Navas Flores

**Dirección de arte y diseño**

Carmen Gloria Robles Sepúlveda

Este texto corresponde al Primero y Segundo año de Enseñanza media y ha sido elaborado conforme al Decreto Supremo N°614/2013, del Ministerio de Educación de Chile.

ISBN: 978-956-403-297-9 / Depósito legal: 2023-A-11808

©2024 – SM S.A. – Coyancura 2283 piso 2 – Providencia

Se termina de imprimir la 1ra edición de 259.944 ejemplares en diciembre de 2023. Impreso en Chile por A IMPRESORES S.A

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.

**Dirección de portada**

Marcelo Alejandro González Ortiz

**Diseño y diagramación**

Verónica Luzmira Duarte Matamala

**Ilustraciones**

Omar Patricio Galindo Durán

Tomás Gustavo Reyes Reyes

**Fotografías**

Archivos fotográficos SM

Shutterstock

Wikimedia Commons

ESO

NASA

**Jefatura de planificación**

Andrea del Carmen Carrasco Zavala

**Gestión de derechos**

María Loreto Ríos Melo

En este libro se ha implementado conscientemente un uso no sexista del lenguaje sin desentendernos de las normas ortográficas dictadas por la Real Academia Española de la Lengua ni las reglas de la morfosintaxis de la lengua española. Para ello, hemos utilizado recursos como la nominalización y la impersonalización, entre muchos otros, reservando la duplicación de elementos (como en “los niños y las niñas”) solo para cuando, desde el punto de vista del estilo, no quedara otra opción.

En relación con el tratamiento de las denominaciones y términos de los pueblos originarios, tanto de Chile como de América Latina, hemos decidido utilizar mayúscula inicial. No es el caso, claro está, cuando el uso del término corresponda claramente a un adjetivo.

Hemos tratado también de respetar las normas ortográficas que los pueblos originarios se han dado a sí mismos. Así, por ejemplo, se ha utilizado, con la mayor consistencia posible, el grafemario azumchefe para los términos provenientes del mapuzugun, la lengua del pueblo Mapuche.

Finalmente, para las palabras de la lengua española que tienen doble acentuación (vídeo, video; atmosfera, atmósfera; futbol, fútbol), hemos decidido incorporar sistemáticamente los usos más frecuentes en Chile.





GUÁRDALO  
EN UN LUGAR  
ADECUADO



CUIDA SUS  
HOJAS Y NO DOBLES  
SUS ESQUINAS



ÚSALO ALEJADO  
DE COMIDAS  
Y BEBIDAS



NO LO RAYES  
NI SUBRAYES



TÓMALO  
CON CUIDADO

