

Texto del estudiante

# FÍSICA

Nathalie Oyola Espinoza • Carolina Tobar González

2<sup>o</sup>

MEDIO



EDICIÓN ESPECIAL PARA EL  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN  
PROHIBIDA SU COMERCIALIZACIÓN



Texto del estudiante

# FÍSICA



**Nathalie Francisca Oyola Espinoza**  
Licenciada en Educación en Física y Matemática  
Profesora de Estado en Física y Matemática  
Universidad de Santiago de Chile

**Carolina Tobar González**  
Licenciada en Ciencias Exactas  
Profesora de Educación Media en Matemática y Física  
Universidad de Chile

El Texto del estudiante Física 2.º Medio es una creación del Departamento de Estudios Pedagógicos de Ediciones SM, Chile.

Dirección editorial  
Arlette Sandoval Espinoza

Coordinación editorial  
María José Martínez Cornejo

Coordinación área Ciencias Naturales  
Andrea Tenreiro Bustamante

Edición  
Nathalie Oyola Espinoza

Asistente de edición  
Carolina Tobar González

Autoría  
Nathalie Oyola Espinoza  
Carolina Tobar González

Consultor  
Rolando Díaz Delgado

Asesoría pedagógica  
Guadalupe Álvarez Pereira

Corrección de estilo y pruebas  
Cristian Oyarzo Barrientos

Coordinación de Diseño  
Gabriela de la Fuente Garfias

Diseño de portada  
Estudio SM

Ilustración de portada  
Estevan Silveira

Diseño y diagramación  
Rossana Allegro V.  
Mauricio Fresard L.  
José Luis Jorquera Dölz

Iconografía  
Vinka Guzmán Tacla

Ilustraciones  
Javier Bahamonde Otárola  
Fernando Vergara Piña  
René Moya Vega

Fotografías  
Archivos fotográficos SM  
Shutterstock  
Pixabay  
NASA  
ESO

Gestión de derechos  
Loreto Ríos Melo

Jefatura de producción  
Andrea Carrasco Zavala

---

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

©2018 – Ediciones SM Chile S.A. – Coyuncura 2283 piso 2 – Providencia

ISBN: 978-956-363-290-3 / Depósito legal: 280278

Se terminó de imprimir esta edición de 217.468 ejemplares en el mes de enero del año 2018.

Impreso por A Impresores.

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

# PRESENTACIÓN



El texto que tienes en tus manos es una herramienta elaborada pensando en ti. Tú serás el protagonista de tu propio aprendizaje y el texto será el vehículo que, junto con tu profesor o profesora, te oriente y te acompañe en la adquisición de los contenidos y el desarrollo de las habilidades, actitudes y procedimientos propios de la Física.

## ¿QUÉ ES LA FÍSICA?

Es una ciencia que busca explicar el entorno que nos rodea. Para ello se vale de la observación y de la experimentación, con el fin de establecer leyes, principios y teorías que den cuenta del mundo en el que vivimos. Es una ciencia en constante construcción y, gracias a sus logros, hoy en día podemos ser testigos de incontables avances tecnológicos.

## ¿QUÉ APRENDERÉ?

En este texto aprenderás acerca de fenómenos relacionados con el movimiento y la fuerza. También conocerás las diferentes formas en que la energía se manifiesta y explorarás los orígenes y la evolución del universo. Finalmente, esperamos que puedas reconocer que, en la ciencia, el conocimiento se construye de forma dinámica y colaborativa.

## ¿CÓMO APRENDERÉ?

El texto promueve el desarrollo de habilidades científicas y actitudes como un elemento central del proceso de aprendizaje. Para ello, se presenta una serie de estrategias, actividades, proyectos y procedimientos prácticos que te permitirán razonar, argumentar y experimentar en torno a los fenómenos que se producen en la naturaleza.

Este proyecto es una propuesta integral, que busca contribuir a tu formación como ciudadano activo, crítico, reflexivo, capaz de integrarte y dejar huella en la sociedad. Te invitamos a recorrer tu texto y asombrarte con lo que eres capaz de lograr.

Te invitamos a ser protagonista de tu aprendizaje y a tomar un lugar activo para construir un mundo cada vez mejor.

## ¿PARA QUÉ?

Para que logres acercarte a esta disciplina científica con gusto y motivación, a fin de que conozcas más tu entorno desde el prisma de la Física.

## ¿QUÉ ESPERO YO?

# ÍNDICE

Conoce tu texto.....	6
Proyecto del texto.....	12
Ruta del aprendizaje.....	14

## MOVIMIENTO..... 16

Evaluación inicial.....	18
<b>Lección 1</b> Descripción del movimiento.....	22
<b>Tema 1</b> ¿Cuándo nos movemos?.....	24
<b>Tema 2</b> Analizando la relatividad del movimiento.....	30
<b>Integro lo que aprendí</b> Evaluación de proceso.....	36
<b>Lección 2</b> Análisis de los movimientos horizontales.....	38
<b>Tema 1</b> Describiendo el Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU).....	40
<b>A poner en práctica</b> mediante un taller de habilidades científicas.....	44
<b>Tema 2</b> Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA).....	46
<b>Integro lo que aprendí</b> Evaluación de proceso.....	52
<b>Lección 3</b> Análisis de los movimientos verticales.....	54
<b>Tema 1</b> ¿Qué características posee la caída libre?.....	56
<b>A poner en práctica</b> mediante un taller de habilidades científicas.....	58
<b>Tema 2</b> ¿Qué características posee el lanzamiento vertical?.....	60
<b>Integro lo que aprendí</b> Evaluación de proceso.....	64
<b>La ciencia se construye</b> .....	66
<b>Síntesis</b> .....	68
<b>Evaluación final</b> .....	70

## FUERZAS..... 74

Evaluación inicial.....	76
<b>Lección 1</b> Comprendiendo las fuerzas y sus efectos.....	80
<b>Tema 1</b> Características generales de las fuerzas.....	82
<b>Tema 2</b> Identificando las fuerzas en la vida cotidiana.....	86
<b>A poner en práctica</b> mediante un taller de habilidades científicas.....	90
<b>Integro lo que aprendí</b> Evaluación de proceso.....	94
<b>Lección 2</b> Explicando las leyes de Newton.....	96
<b>Tema 1</b> Estableciendo la primera ley de Newton.....	98
<b>Tema 2</b> Aplicando la segunda ley de Newton.....	100
<b>Tema 3</b> Estableciendo la tercera ley de Newton.....	104
<b>Integro lo que aprendí</b> Evaluación de proceso.....	108
<b>La ciencia se construye</b> .....	110
<b>Síntesis</b> .....	112
<b>Evaluación final</b> .....	114



## TRABAJO Y ENERGÍA ..... 118

Evaluación inicial..... 120

### **Lección 1** Trabajo y potencia mecánica ..... 124

**Tema 1** ¿Cuándo se realiza trabajo mecánico?.....126

**Tema 2** ¿Cómo se relaciona el trabajo mecánico con la potencia? ..... 130

**Integro lo que aprendí** Evaluación de proceso.....134

### **Lección 2** Energía y su conservación ..... 136

**Tema 1** ¿Qué es la energía? ..... 138

**Tema 2** ¿Qué es la energía potencial? .....142

**A poner en práctica** mediante un taller de habilidades científicas .....146

**Tema 3** ¿Qué es la energía mecánica? ..... 148

**Integro lo que aprendí** Evaluación de proceso.....154

### **Lección 3** Impulso y cantidad de movimiento..... 156

**Tema 1** Describiendo el impulso.....158

**Tema 2** Cantidad de movimiento ..... 160

**Integro lo que aprendí** Evaluación de proceso.....168

**La ciencia se construye** ..... 170

**Síntesis**.....172

**Evaluación final**.....174



## UNIVERSO ..... 178

Evaluación inicial..... 180

### **Lección 1** Origen y evolución del universo..... 184

**Tema 1** Origen del universo .....186

**Tema 2** Sistemas planetarios..... 190

**Integro lo que aprendí** Evaluación de proceso.....198

### **Lección 2** Las leyes del universo ..... 200

**Tema 1** Las leyes de Kepler..... 202

**Tema 2** La ley de gravitación universal de Newton..... 206

**A poner en práctica** mediante un taller de habilidades científicas ..... 208

**Tema 3** Los efectos de la fuerza de atracción gravitacional ..... 210

**Integro lo que aprendí** Evaluación de proceso.....214

**La ciencia se construye** .....216

**Síntesis**.....218

**Evaluación final**..... 220

### Material de apoyo

Anexo ..... 224

Índice temático..... 234

Glosario ..... 236

Bibliografía ..... 238

Notas ..... 239

# CONOCE TU TEXTO

## PROYECTO DEL TEXTO

Este texto se centra en una de las grandes ideas de las ciencias: El movimiento de un objeto depende de las interacciones en que participa.

Para desarrollar esta idea, te proponemos un Proyecto que se subdivide en 10 misiones, las cuales encontrarás en cada una de las lecciones que estudiarás en el texto.

## RUTA DEL APRENDIZAJE

En estas páginas te presentamos los principales contenidos que serán abordados en el texto para que puedas identificar y registrar el estado de avance de tus aprendizajes.

# INICIO DE UNIDAD

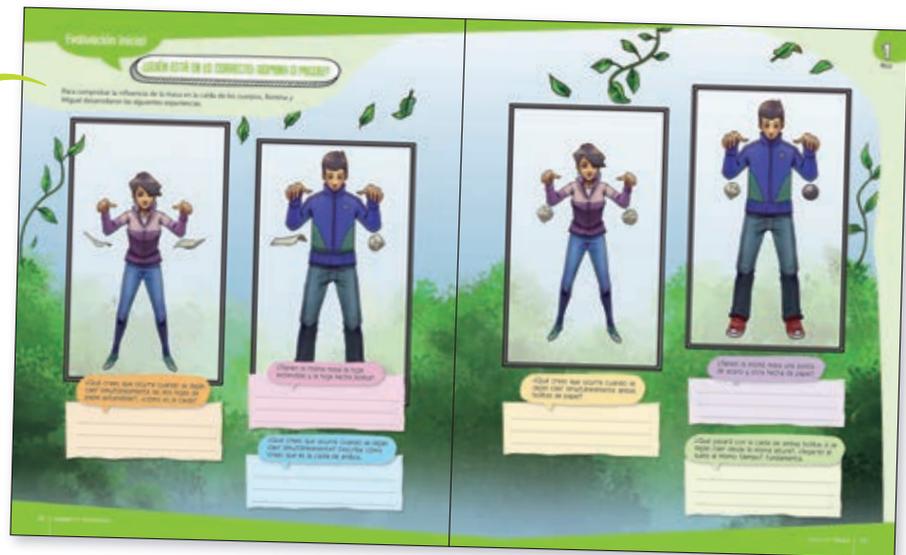


## ENTRADA DE UNIDAD

Se presenta una imagen central cuya misión es motivar el estudio de los aprendizajes de la unidad. Para ello, en la actividad individual, se proponen preguntas relacionadas con la situación propuesta.

## EVALUACIÓN INICIAL

Para despertar tu curiosidad, se proponen, en esta instancia, una serie de preguntas relacionadas con las principales nociones que se desarrollarán en la unidad.

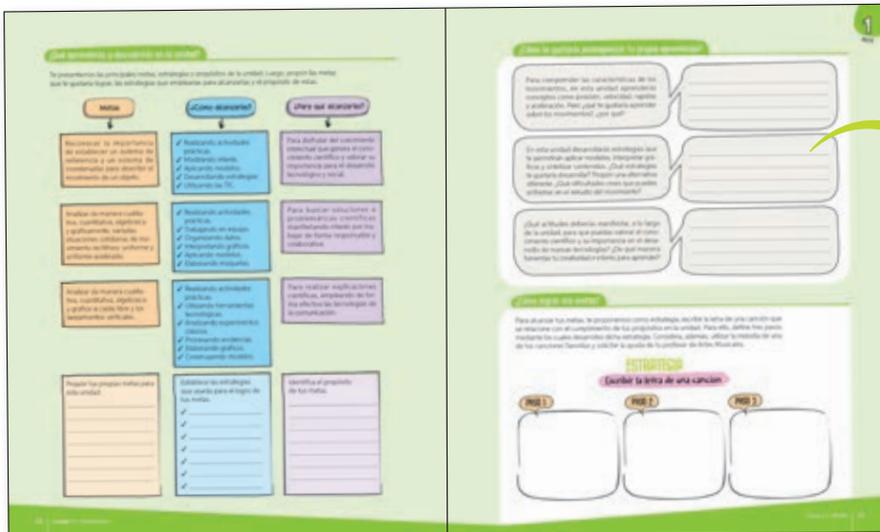


## ¿QUÉ? ¿CÓMO? ¿PARA QUÉ?

En estas páginas se presentan los aprendizajes propuestos en el texto. En *¿Qué aprenderás y descubrirás en la unidad?* sabrás lo que vas a estudiar, junto con el cómo y para qué lo aprenderás.

En *¿Cómo te gustaría protagonizar tu propio aprendizaje?*, se presenta una serie de preguntas que pretenden orientar la planificación de tu proceso de aprendizaje.

Finalmente, *¿Cómo lograr mis metas?* te permitirá implementar una estrategia de aprendizaje para el logro de tus propias metas.



## COMIENZO DE LECCIÓN

Cada lección comienza con la sección *Ciencia, tecnología y sociedad*. Aquí, te presentamos artículos relacionados con la ciencia y desarrollos tecnológicos asociados a los aprendizajes de la unidad.



## INDAGUEMOS

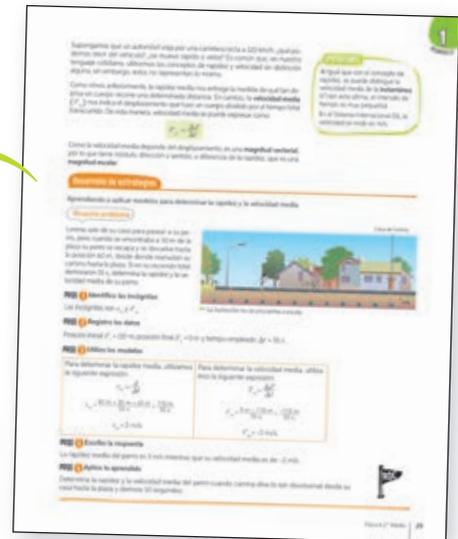
Cada tema inicia mediante una actividad, cuya finalidad es que reconozcas y registres tus ideas previas, además de acercarte a los nuevos conceptos a través de la observación y el planteamiento de preguntas.

## INICIO DE LA MISIÓN

En cada lección del texto, te proponemos una misión que se relaciona con el Proyecto del texto.

## DESARROLLO DE ESTRATEGIAS

En las lecciones se presentan actividades en los que se te enseñará, paso a paso, cómo realizar un procedimiento propio de las ciencias, para luego poner a prueba tus aprendizajes en el paso 5: *Aplico lo aprendido*.



## CIERRE DE LECCIÓN

Al finalizar cada lección, encontrarás nuevamente la sección *Ciencia, tecnología y sociedad*.

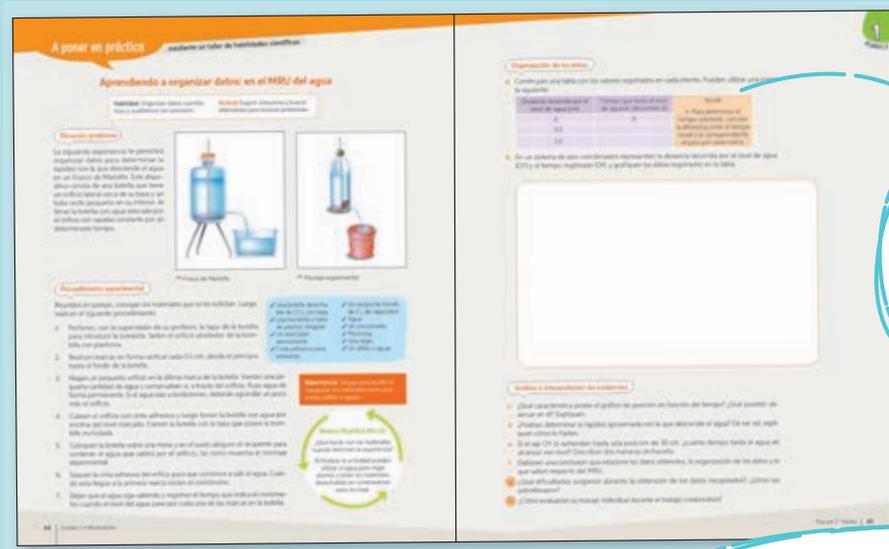
## REFLEXIONO SOBRE LO QUE APRENDÍ

En esta sección, podrás evaluar tu proceso de aprendizaje mediante una serie de preguntas asociadas a los contenidos, habilidades, estrategias y actitudes desarrolladas en la lección.



## CIERRE DE LA MISIÓN

Aquí, podrás evaluar el trabajo individual y colectivo realizado en la Misión. Además, deberás establecer si esta se incluirá en el *Proyecto del texto*.



## A PONER EN PRÁCTICA

A lo largo del desarrollo de cada lección, se presentan talleres experimentales en los que podrás vivenciar las distintas etapas de una investigación científica.

## ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Para llevar a cabo una investigación científica, se emplea un método preciso y cuidadoso con el propósito de estudiar y comprender los fenómenos que acontecen en la naturaleza. Para ello, es posible distinguir las siguientes etapas:

### OBSERVAR

Muchas veces es casual, pero comúnmente es activa y dirigida a partir de la curiosidad. De esta manera, lo observado se analiza, se relaciona con conocimientos científicos anteriores y se registra por su potencial relevancia.

### PLANTEAR UN PROBLEMA Y FORMULAR UNA HIPÓTESIS

En esta etapa, se plantea una interrogante o problema a partir de las observaciones con el objetivo de delimitar el fenómeno que se investigará.

### EXPERIMENTAR

En esta se planifica y se desarrolla un procedimiento experimental que permita responder la pregunta planteada. Para ello, es necesario relacionar las variables de estudio.

### REGISTRAR Y ORGANIZAR

Es la recolección y registro de los datos que surgen durante el procedimiento experimental aplicado. Los resultados deben ser organizados, entre otros recursos, en tablas de datos, gráficos, figuras y esquemas.

### ANALIZAR Y CONCLUIR

Es la explicación de los resultados obtenidos. Se interpretan tanto los resultados esperados como los no esperados.

### EVALUAR

Se refiere a la revisión del procedimiento realizado. Para ello, es necesario considerar aspectos como la selección de materiales, la rigurosidad en la ejecución de los pasos, en las mediciones y en el análisis, la identificación y corrección de los errores y la calidad de las fuentes de información utilizadas.

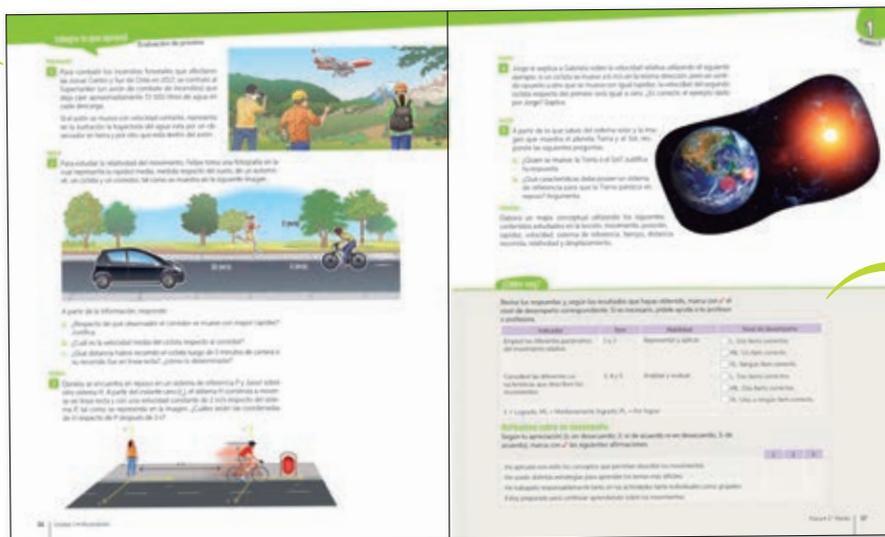
### COMUNICAR

Consiste en dar a conocer los resultados de la investigación científica y las conclusiones obtenidas a partir de ella. En esta etapa, se deben explicar los nuevos conocimientos adquiridos y los procesos emprendidos mediante un lenguaje claro y preciso, que incluya la explicación de los conceptos de mayor complejidad.

# CONOCE TU TEXTO

## INTEGRO LO QUE APRENDÍ

Es una instancia evaluativa que te permite saber cómo te encuentras en tu proceso de aprendizaje respecto de las nociones esenciales de la lección.



## ¿CÓMO VOY?

Aquí podrás identificar el nivel de logro obtenido en la evaluación. A partir de este, podrás valorar los aprendizajes adquiridos respondiendo las preguntas de la sección *Reflexión sobre mi desempeño*.

# EVALUACIÓN PARA EL APRENDIZAJE



## LA CIENCIA SE CONSTRUYE

Esta instancia permite conocer cómo se ha construido el conocimiento científico a lo largo del tiempo y, a su vez, relacionar distintos avances que se han producido en el estudio de la ciencia con diferentes eventos históricos.

## SÍNTESIS

Corresponde a una instancia en la que se destacan las nociones esenciales de la unidad. En esta, se propone como herramienta de síntesis la construcción de un organizador gráfico que te permitirá esquematizar los contenidos, habilidades y actitudes de la unidad.

## EVALUACIÓN FINAL

Para cerrar la unidad, se propone una instancia evaluativa de los contenidos, en la que se miden, principalmente, habilidades de orden superior, como analizar, aplicar y evaluar.

## Actitudes

En las diversas actividades y evaluaciones del texto, encontrarás preguntas actitudinales que pretenden identificar tu disposición por aprender. Estas pueden incluir componentes afectivos, cognitivos y valorativos.

# MATERIAL DE APOYO

Al final del texto, se presenta una serie de herramientas, cuyo objetivo es apoyar tu trabajo escolar a lo largo del año. Acá encontrarás el índice temático, el glosario, anexos y bibliografía que podrás utilizar para estudiar.

## MÁS ALLÁ DEL TEXTO

Para descubrir nuevas actividades y profundizar en los aprendizajes, pídele ayuda a tu profesor(a) para acceder a los recursos digitales que se sugieren en el texto. A lo largo de tu texto, también encontrarás códigos que podrás ingresar en la página <http://codigos.auladigital.cl> para ver los sitios web sugeridos.

## Recurso Digital Complementario

Son recursos digitales que te ayudarán a complementar los aprendizajes de cada unidad.



## PROYECTO DEL TEXTO

Los aprendizajes propuestos en este texto se relacionan de manera transversal con la siguiente gran idea de la ciencia:

**EL MOVIMIENTO DE UN OBJETO DEPENDE DE LAS INTERACCIONES EN QUE PARTICIPA**

A partir de esta, te proponemos realizar, junto con la ayuda de tu profesor o profesora, el gran proyecto del texto, en el que deberás elaborar un stand científico que explique la importancia de esta gran idea. Para ello, a lo largo de este libro, te proponemos diversas misiones, de las cuales deberás seleccionar 7 para que sean parte de este proyecto. Así, cada vez que termines una de las 10 misiones propuestas, vuelve a estas páginas para justificar tu elección.

### PRIMER SEMESTRE

UNIDAD	LECCIÓN	MISIÓN	¿POR QUÉ INCLUIRÉ ESTA MISIÓN EN EL PROYECTO?
1	1	Grabar un video que ejemplifique la relatividad del movimiento.	
	2	Confeccionar una maqueta que muestre el movimiento de un cuerpo con velocidad variable.	
	3	Crear un paracaídas que permita frenar la caída de un huevo.	
2	1	Confeccionar un afiche que muestre un caso hipotético que simule lo que ocurriría si no existieran las fuerzas.	
	2	Escribir la letra de una canción que explique las leyes de Newton.	

## SEGUNDO SEMESTRE

UNIDAD	LECCIÓN	MISIÓN	¿POR QUÉ INCLUIRÉ ESTA MISIÓN EN EL PROYECTO?
3	1	Crear un juego de mesa cuyo propósito permita establecer la relación entre trabajo y potencia.	
	2	Confeccionar una presentación en <i>Power Point</i> o <i>Prezi</i> que plantee una estrategia de ahorro de energía para tu escuela.	
	3	Confeccionar una maqueta que te permita ejemplificar tres tipos de colisiones.	
4	1	Crear un cortometraje que explique el origen y evolución del universo.	
	2	Explicar una de las consecuencias de las leyes que rigen el universo.	

A continuación, te invitamos a descubrir la *Ruta del aprendizaje* que te mostrará el camino que deberás seguir para adquirir los aprendizajes propuestos en este texto.

## RUTA DEL APRENDIZAJE

Aprender forma parte de tu vida en todo momento, no solo en el colegio, sino también en tu casa, cuando juegas y cuando compartes con otros. Se trata de un proceso constante. Por eso, si estás atento a él, podrás sacarle el mayor provecho.

A continuación, te presentamos un esquema que te ayudará a conocer la secuencia de aprendizajes propuestos en el texto, junto con una serie de preguntas que te ayudarán a reconocer tu propia manera de aprender y mejorarla.

¿QUÉ PREGUNTAS DEBES PLANTEARTE PARA APRENDER?

## PRIMER SEMESTRE

### UNIDAD 1: MOVIMIENTO

### UNIDAD 2: FUERZAS

Antes de iniciar la unidad	
¿Qué me gustaría aprender? ¿Cómo me gustaría aprenderlo?	¿Qué actitudes debería poner en práctica para alcanzar mis metas?
Durante el desarrollo de la unidad	
<b>Lección 1:</b> Descripción del movimiento ¿Qué sé sobre los movimientos?	<b>Lección 1:</b> Comprendiendo las fuerzas y sus efectos ¿Por qué es importante aprender sobre las fuerzas?
<b>Lección 2:</b> Análisis de los movimientos horizontales ¿Qué inquietudes tengo y me gustaría resolver al estudiar este tema?	<b>Lección 2:</b> Explicando las leyes de Newton ¿Con cuál de mis conocimientos previos se relaciona lo que estoy aprendiendo?
<b>Lección 3:</b> Análisis de los movimientos verticales ¿Con qué puedo relacionar los aprendizajes de esta lección?	
Al finalizar la unidad	
¿Cómo puedo aplicar lo que aprendí en mi vida? ¿Qué estrategia me resultó más efectiva para aprender?	¿Qué aprendizajes incorporé a los que ya tenía? ¿Qué temas me gustaron más? ¿Por qué?

### EL MOVIMIENTO DE UN OBJETO DEPENDE

## PROYECTO

¿De qué manera el desarrollo de las misiones de la unidad me permitió comprender mejor los movimientos?

¿De qué manera el estudio de las fuerzas se relaciona con la idea de que el movimiento de un objeto depende de las interacciones en que participa?

## SEGUNDO SEMESTRE

### UNIDAD 3: TRABAJO Y ENERGÍA

### UNIDAD 4: UNIVERSO

#### Antes de iniciar la unidad

¿Qué sé sobre este tema?  
¿Con qué lo puedo relacionar?

¿Qué inquietudes tengo y me gustaría resolver al estudiar?

#### Durante el desarrollo de la unidad

**Lección 1:** Trabajo y potencia mecánica  
¿Qué actitudes debería poner en práctica para alcanzar mis metas?

**Lección 2:** Energía y su conservación  
¿Hay algún tema que no estoy comprendiendo?

**Lección 3:** Impulso y cantidad de movimiento  
¿Qué inquietudes tengo y me gustaría resolver al estudiar este tema?

**Lección 1:** Origen y evolución del universo.  
¿Por qué es importante aprender sobre el universo?

**Lección 2:** Las leyes del universo  
¿Qué me gustaría aprender sobre las leyes del universo?

#### Al finalizar la unidad

¿Qué me generó mayores dificultades? ¿Cómo lo resolví?  
¿Qué nuevos desafíos tengo al iniciar un próximo tema?

¿Cómo valoro la importancia de lo que aprendí?  
¿Cuál fue mi actitud a lo largo de la unidad?

### DE LAS INTERACCIONES EN QUE PARTICIPA

¿De qué manera el desarrollo de estas misiones me permitió comprender mejor el mundo que nos rodea?

¿De qué manera la gran idea de la ciencia me permitió explicar los fenómenos naturales que ocurren en el universo?

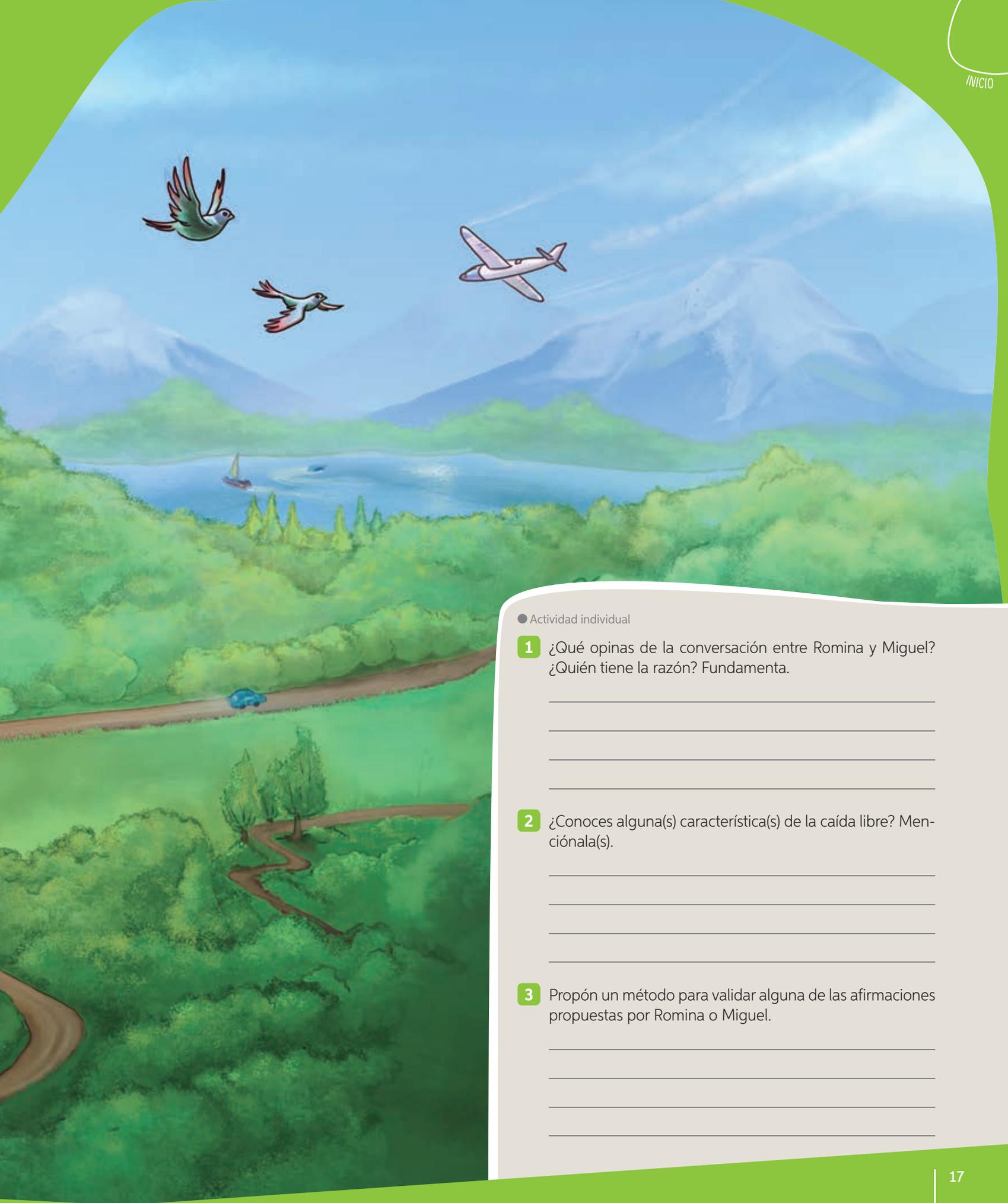
¿Cuáles de todas las estrategias utilizadas en las misiones del año me resultaron más significativas?, ¿por qué?

Ahora te invitamos a descubrir el apasionante mundo de la Física siguiendo esta ruta del aprendizaje.

# MOVIMIENTO

¿Por qué es importante analizar las características de los movimientos?





● Actividad individual

- 1** ¿Qué opinas de la conversación entre Romina y Miguel?  
¿Quién tiene la razón? Fundamenta.

---

---

---

---

- 2** ¿Conoces alguna(s) característica(s) de la caída libre? Menciónala(s).

---

---

---

---

- 3** Propón un método para validar alguna de las afirmaciones propuestas por Romina o Miguel.

---

---

---

---

# Evaluación inicial

## ¿QUIÉN ESTÁ EN LO CORRECTO: ROMINA O MIGUEL?

Para comprobar la influencia de la masa en la caída de los cuerpos, Romina y Miguel desarrollaron las siguientes experiencias.



¿Qué crees que ocurre cuando se dejan caer simultáneamente las dos hojas de papel extendidas?, ¿cómo es la caída?

---

---

---



¿Tienen la misma masa la hoja extendida y la hoja hecha bolita?

---

---

---

¿Qué crees que ocurre cuando se dejan caer simultáneamente? Describe cómo crees que es la caída de ambos.

---

---

---



¿Qué crees que ocurre cuando se dejan caer simultáneamente ambas bolitas de papel?

---



---



---



¿Tienen la misma masa una bolita de acero y otra hecha de papel?

---



---



---

¿Qué pasará con la caída de ambas bolitas si se dejan caer desde la misma altura?, ¿llegarán al suelo al mismo tiempo? Fundamenta.

---



---



---

## ¿Qué aprenderás y descubrirás en la unidad?

Te presentamos las principales metas, estrategias y propósitos de la unidad. Luego, propón las metas que te gustaría lograr, las estrategias que emplearías para alcanzarlas y el propósito de estas.

Metas	¿Cómo alcanzarlas?	¿Para qué alcanzarlas?
<p>Reconocer la importancia de establecer un sistema de referencia y un sistema de coordenadas para describir el movimiento de un objeto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizando actividades prácticas.</li> <li>✓ Mostrando interés.</li> <li>✓ Aplicando modelos.</li> <li>✓ Desarrollando estrategias.</li> <li>✓ Utilizando las TIC.</li> </ul>	<p>Para disfrutar del crecimiento intelectual que genera el conocimiento científico y valorar su importancia para el desarrollo tecnológico y social.</p>
<p>Analizar de manera cualitativa, cuantitativa, algebraica y gráficamente, variadas situaciones cotidianas de movimiento rectilíneo: uniforme y uniforme acelerado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizando actividades prácticas.</li> <li>✓ Trabajando en equipo.</li> <li>✓ Organizando datos.</li> <li>✓ Interpretando gráficos.</li> <li>✓ Aplicando modelos.</li> <li>✓ Elaborando maquetas.</li> </ul>	<p>Para buscar soluciones a problemáticas científicas manifestando interés por trabajar de forma responsable y colaborativa.</p>
<p>Analizar de manera cualitativa, cuantitativa, algebraica y gráfica la caída libre y los lanzamientos verticales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizando actividades prácticas.</li> <li>✓ Utilizando herramientas tecnológicas.</li> <li>✓ Analizando experimentos clásicos.</li> <li>✓ Procesando evidencias.</li> <li>✓ Elaborando gráficos.</li> <li>✓ Construyendo modelos.</li> </ul>	<p>Para realizar explicaciones científicas, empleando de forma efectiva las tecnologías de la comunicación.</p>
<p>Propón tus propias metas para esta unidad.</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<p>Establece las estrategias que usarás para el logro de tus metas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ _____</li> </ul>	<p>Identifica el propósito de tus metas.</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

## ¿Cómo te gustaría protagonizar tu propio aprendizaje?

Para comprender las características de los movimientos, en esta unidad aprenderás conceptos como posición, velocidad, rapidez y aceleración. Pero ¿qué te gustaría aprender sobre los movimientos?, ¿por qué?

---

---

---

---

---

---

En esta unidad desarrollarás estrategias que te permitirán aplicar modelos, interpretar gráficos y sintetizar contenidos. ¿Qué estrategias te gustaría desarrollar? Propón una alternativa diferente. ¿Qué dificultades crees que puedes enfrentar en el estudio del movimiento?

---

---

---

---

---

---

¿Qué actitudes deberías manifestar, a lo largo de la unidad, para que puedas valorar el conocimiento científico y su importancia en el desarrollo de nuevas tecnologías? ¿De qué manera fomentas tu creatividad e interés para aprender?

---

---

---

---

---

---

## ¿Cómo lograr mis metas?

Para alcanzar tus metas, te proponemos como estrategia, escribir la letra de una canción que se relacione con el cumplimiento de tus propósitos en la unidad. Para ello, define tres pasos mediante los cuales desarrolles dicha estrategia. Considera, además, utilizar la melodía de una de tus canciones favoritas y solicitar la ayuda de tu profesor de Artes Musicales.

### ESTRATEGIA

#### Escribir la letra de una canción

PASO 1

---

---

---

---

---

---

PASO 2

---

---

---

---

---

---

PASO 3

---

---

---

---

---

---

# Descripción del movimiento

## Propósito de la lección

¿Podemos asegurar que somos nosotros los que nos movemos alrededor del Sol y no que es el Sol el que se mueve alrededor de la Tierra? Determinar si algo se mueve o no parece sencillo, sin embargo, para hacerlo es necesario comprender ciertos conceptos que nos permitan describir de forma apropiada y, con ello, responder preguntas como la planteada anteriormente.

En esta lección, aprenderás sobre la relatividad del movimiento y cómo siempre es necesario establecer un sistema de referencia para describir lo que observamos. Para ello, realizarás actividades que te ayudarán a comprender mejor los fenómenos del entorno natural, de modo que valores su importancia en el desarrollo de nuevas tecnologías y su impacto en la sociedad.

## CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

### El Sistema de Posicionamiento Global

La tecnología GPS (de sus siglas en inglés *Global Positioning System*) permite conocer, en tiempo real y con gran precisión la posición de un objeto, en cualquier lugar de la Tierra. Este sistema funciona con 24 satélites que orbitan la Tierra a una distancia superior a los veinte mil kilómetros, siguiendo trayectorias sincronizadas gracias a las cuales cubren toda la superficie terrestre. La gran ventaja es que las señales GPS son de uso público, por lo que no existen licencias o restricciones para su implementación. ¿Has utilizado el navegador GPS de los celulares? De ser así, ¿para que lo has empleado? ¿Qué ventajas consideras que tiene para la sociedad el desarrollo de esta tecnología?



Fuente: [www.prometric.com.mx/tecnologiagps.htm](http://www.prometric.com.mx/tecnologiagps.htm)

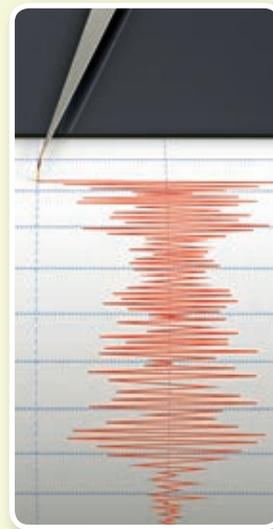


### Alertas de tsunamis más rápidos y efectivos gracias al GPS

Según un estudio del Laboratorio Sismológico de la Universidad de Berkeley, California, EE.UU., las mediciones en tiempo real del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) pueden ser utilizadas para mostrar cómo los terremotos importantes desplazan el fondo oceánico. Estos datos permitirían reducir los tiempos de alerta de tsunamis de los casi 20 minutos, que demora actualmente, a apenas un par de minutos y así potencialmente reducir los daños a las comunidades costeras.

“Esto no es un despliegue de nuevos instrumentos, solo un cambio en el pensamiento y el uso de estos instrumentos”, dijo Diego Melgar, investigador de la Universidad de Berkeley.

Fuente: <http://www.uchile.cl/noticias/119299/tecnologia-gps-posibilita-alertas-de-tsunami-mas-rapidas-y-efectivas>



¿Te parece interesante que se puedan utilizar los avances tecnológicos para optimizar las alertas de tsunamis?, ¿por qué?

---



---



---



---



---



---



---



---

➔ *Ciencia al día*



## El ingeniero Gonzalo Arroyo construye el primer péndulo de Foucault CHILENO

Gonzalo Arroyo, ingeniero civil eléctrico de la Universidad Técnica Federico Santa María, fue el encargado de diseñar y construir un sistema de propulsión que permitiera oscilar el péndulo de Foucault. Este aparato permite demostrar que el plano de oscilación de un péndulo es independiente del movimiento de la plataforma que lo sujeta. De esta manera, al observar el vaivén del péndulo, luego de varias oscilaciones, se notará un pequeño cambio de la dirección del plano de oscilación producto del movimiento de rotación de la Tierra.

Para lograr el funcionamiento óptimo del péndulo, el ingeniero desarrolló un sistema de propulsión electrónica que permitiera la oscilación con amplitud constante, a pesar del roce con el aire. Este péndulo, construido íntegramente en Chile, es uno de los pocos que existe en América del Sur y actualmente se encuentra en las dependencias del colegio San Francisco Javier, en Puerto Montt.



▲ Fotografía de un péndulo de Foucault.

Según el ingeniero, este péndulo **“Es un excelente recurso para comprender que la Tierra es un elemento dinámico en el universo, lo cual resulta increíble, porque según nuestros sentidos la Tierra nos parece algo estática”**.

¿Qué te parece la afirmación del ingeniero? ¿Consideras que, desde nuestra percepción, la Tierra permanece estática?, ¿por qué?

---



---



---

Fuente: <http://www.noticias.usm.cl/2012/04/20/sansano-construye-el-primero-pendolo-de-foucault-completamente-chileno/>

### Inicio de la misión

Como pudiste leer en estas páginas, el estudio del movimiento ha favorecido el desarrollo de diversos avances tecnológicos que nos permitan comprender mejor el mundo que nos rodea. En esta lección, tendrás la misión de **grabar un video que ejemplifique la relatividad del movimiento**. Para ello, deberás solicitar la colaboración de tu profesor de computación o del encargado de TIC, para que te ayude a utilizar un *software* que te permita elaborar un creativo video.

Para llevar a cabo esta misión, reúnete con dos compañeros y realicen un plan de trabajo, considerando que al finalizar esta lección deberán mostrar su video al curso.

---



---



---



---



---



---



---

## TEMA 1 → ¿Cuándo nos movemos?

Constantemente, observamos situaciones en las que podemos afirmar que los objetos están en movimiento, como en el vuelo de un avión o el tránsito de un automóvil por la calle, pero ¿cuándo decimos que un cuerpo se encuentra en movimiento?

En este tema, aprenderás a utilizar el sistema de referencia y el sistema de coordenadas para describir y analizar el estado de movimiento de los cuerpos. Además, podrás desarrollar diversas actividades que te permitirán aplicar los conceptos que describen el movimiento. Ello, en el entendido de que estos conocimientos científicos los emplearás en la resolución de problemas cotidianos.

¿Qué conceptos utilizas frecuentemente para describir un movimiento?

---



---



---

### Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

### Actividad grupal

**Objetivo:** Definir el concepto de movimiento.

**Habilidad:** Observar y describir las características de un suceso.

**Actitud:** Mostrar curiosidad por conocer nuevos aprendizajes.

**Tiempo:** 15 minutos.



↗ Materiales de la actividad.

Reúnanse en parejas y consigan una hoja de cuaderno, un lápiz, una regla y tres botones de diferente color y realicen el siguiente procedimiento:

1. Dibujen una cuadrícula de 6 x 6 en la hoja. Identifiquen las columnas con números del 1 al 6 y las filas con letras de la A a la F.
2. Ubiquen los tres botones en diferentes lugares de la cuadrícula, procurando que queden ubicados al centro de cada cuadrado escogido.
3. Uno de los miembros de la pareja cierre los ojos, mientras el otro mueve alguno o todos los botones.
4. Al abrir los ojos, trata de determinar qué botones se movieron.
5. Realicen nuevamente la experiencia, pero cambiando los roles.

Luego, respondan las siguientes preguntas en relación con la actividad realizada.

a. ¿En qué se fijaron para determinar los botones que se movieron?

---



---

b. ¿Cuál es la condición necesaria para afirmar que un objeto se ha movido? ¿Cómo definirían el movimiento? Expliquen.

---



---



---

c. ¿Qué importancia consideran que tiene la observación para la adquisición de nuevos aprendizajes? Fundamenten.

---



---

Seguramente notaste en la actividad anterior que, para movernos, necesariamente debemos cambiar nuestra posición respecto de un lugar de referencia. Estos conceptos están muy relacionados, pues podemos definir el movimiento como el **cambio en la posición de un cuerpo**. Así, si un cuerpo no cambia la posición en la que se encuentra, entonces se encuentra quieto; por el contrario, si un cuerpo se mueve, entonces su posición cambiará. ¿Qué necesitamos, entonces, para describir un movimiento?

La **posición** ( $\vec{x}$ ) de un cuerpo nos indica su localización respecto de un sistema de referencia utilizando un sistema de coordenadas.

Por ejemplo, en el siguiente esquema podemos señalar la posición de dos objetos empleando un sistema de coordenadas en una dimensión (línea recta horizontal).



Respecto del origen del sistema de coordenadas  $x = 0$ , la posición del reloj de arena es  $\vec{x} = -30$  cm y la posición de la botella es  $\vec{x} = 30$  cm.

La posición corresponde a una **magnitud vectorial**, ya que nos indica la magnitud, dirección y sentido a la que se encuentra un objeto respecto a un sistema de referencia. Por ejemplo, en la situación anterior, ambos objetos se encuentran situados a 30 cm del sistema referencia. Sin embargo, el sentido de cada uno es distinto, dado que el reloj está a la izquierda (señalado con el signo menos) y la botella se encuentra a la derecha (señalado con el signo más).

De esta manera, para describir un movimiento, es necesario establecer un **sistema de referencia**, que puede ser un lugar o un objeto desde el cual se describe el movimiento, y un **sistema de coordenadas**, que es un conjunto numérico.

**IMPORTANTE**

Un vector es una herramienta matemática que permite representar diferentes magnitudes físicas. Para profundizar más acerca de los vectores, revisa el anexo que se presenta en la página 230 del texto.

●●● Actividad grupal

**Determinemos la posición de las personas**

Júntense en parejas y observen la siguiente situación:



La ilustración no se encuentra a escala.

- Determinen la posición de las personas A, B y C si el sistema de referencia se ubica en el origen del sistema de coordenadas.
- Determinen la posición de las personas A y B si el sistema de referencia es la persona C.
- Comparen las respuestas obtenidas en los puntos 1 y 2. Establezcan diferencias y similitudes. ¿Qué pasó al cambiar el sistema de referencia?
- ¿Qué conocimientos utilizaron para resolver esta actividad?

## ¿Cuál es la diferencia entre distancia recorrida y desplazamiento?

¿Qué sabes de los conceptos de distancia y desplazamiento?, ¿en qué se diferencian? Para responder estas preguntas, realiza la siguiente actividad.

### Indagaremos a partir de nuestros aprendizajes previos

### Actividad grupal

**Objetivo:** Diferenciar los conceptos de distancia y desplazamiento.

**Habilidad:** Establecer comparaciones.

**Actitud:** Valorar la importancia del conocimiento.

**Tiempo:** 20 minutos.

Reunidos en parejas, consigan dos lápices de color (uno azul y uno rojo), una hoja de cuaderno, un insecto (como hormiga o chinita), hilo y regla. Luego, realicen el siguiente procedimiento:

1. Marquen con el lápiz azul un punto sobre la hoja y rotúlenlo como el lugar de partida.
2. Ubiquen el insecto sobre ese punto y sigan con el lápiz azul el camino que recorre, durante algunos segundos.
3. Marquen en la hoja el punto final del camino recorrido por el insecto.
4. Con el lápiz rojo y la regla, tracen una flecha que comience en el punto de partida y termine en el punto de llegada del movimiento del insecto.
5. Analicen las líneas realizadas por cada lápiz de color. Luego, midan cada una de las líneas trazadas con los lápices de color y registren sus valores en el cuaderno. Utilicen el hilo para medir el trazo irregular seguido por el insecto. Finalmente, respondan las siguientes preguntas:

a. ¿Qué diferencias hay entre cada trazo de color? Expliquen.

---



---

b. ¿Cuál trazo creen que representa la distancia recorrida y cuál el desplazamiento? Fundamenten.

---



---

c. ¿Qué diferencias evidenciaron con las mediciones realizadas?

---



---

d. ¿Cómo definirían el concepto de distancia y el de desplazamiento?

---



---

e. ¿Qué importancia creen que tiene para el estudio del movimiento diferenciar estos conceptos?

---



---

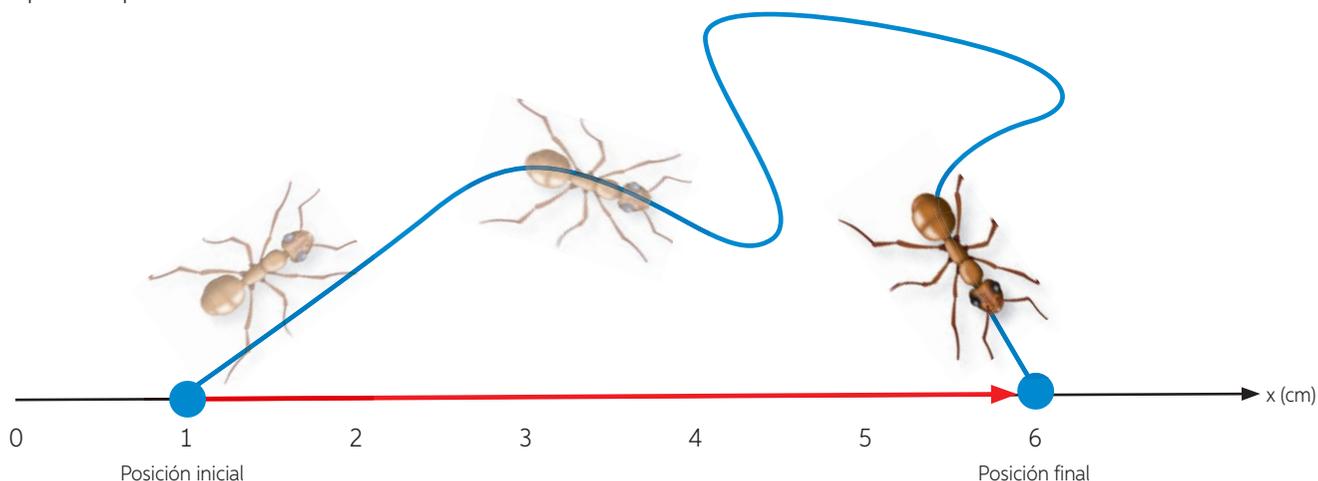


↗ Materiales de la actividad.

**Advertencia:** Manipulen con precaución el insecto y, cuando terminen la actividad, devuélvanlo a su lugar de origen.

Es habitual pensar que la distancia recorrida y el desplazamiento son términos equivalentes, sin embargo, no lo son. Para entender la diferencia, analizaremos, en la siguiente página, los resultados obtenidos en la actividad anterior.

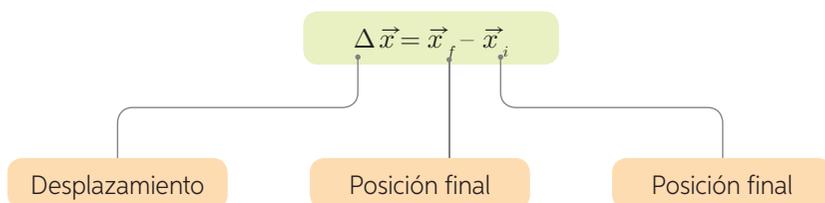
Supongamos que el movimiento de la hormiga entre la posición inicial y la final es el que se representa a continuación:



La ilustración no se encuentra a escala.

El camino realizado por la hormiga entre la posición inicial y la posición final (línea azul) se denomina **trayectoria**. La longitud de la trayectoria seguida por la hormiga corresponde a la **distancia recorrida** ( $d$ ).

Por otro lado, el **desplazamiento** ( $\Delta \vec{x}$ ) es la variación entre la posición final y la inicial. Es decir, en la imagen, el desplazamiento se representa por la flecha roja que, además, indica que el movimiento comenzó en la posición inicial y terminó en la posición final. Para determinar el desplazamiento, se utiliza la siguiente expresión matemática:



Por ejemplo, si se hace coincidir un sistema coordenado con la dirección del desplazamiento de la hormiga, tal como el que se muestra en la imagen, obtendremos que el valor de dicho desplazamiento es  $\Delta \vec{x} = 6 \text{ cm} - 1 \text{ cm} = 5 \text{ cm}$ .

De esta manera, el desplazamiento es una **magnitud vectorial**, pues tiene módulo, dirección y sentido, a diferencia de la distancia, que solo tiene módulo. Por esta razón, la distancia corresponde a una **magnitud escalar**.

● Actividad individual

### Determino la distancia recorrida y el desplazamiento

Un estudiante salió de su casa al colegio que se encuentra a 120 metros en línea recta. Cuando ya había caminado los primeros 30 metros, el estudiante se devolvió a buscar unos materiales que se le quedaron en casa, para luego retomar su camino al colegio.

- Desde que salió de su casa por primera vez hasta que llegó finalmente al colegio, ¿cuál fue el desplazamiento y la distancia recorrida por el estudiante?
- ¿De qué manera has manifestado una actitud que promueva la curiosidad y el interés por comprender los fenómenos del entorno?

¿Cuánto caminos posibles hay entre dos puntos?

---



---



---

### IMPORTANTE

Una magnitud escalar es aquella que se representa con un valor numérico y su respectiva unidad de medida. Por ejemplo:

- El tiempo: 5 s
- La temperatura: 25 °C

## ¿Cuál es la diferencia entre rapidez y velocidad?

Pese a que los conceptos de rápido o lento son subjetivos, es habitual que en nuestro entorno realicemos una estimación, de forma natural, de la rapidez de diferentes objetos. Para saber qué parámetros nos permiten comparar la rapidez de distintos cuerpos, realiza la siguiente actividad.

### Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

### Actividad grupal

**Objetivo:** Reconocer que la rapidez es una medida de comparación entre cuerpos en movimiento.

**Habilidad:** Analizar los resultados de una experiencia.

**Actitud:** Mostrar curiosidad por comprender nuevos aprendizajes.

**Tiempo:** 20 minutos.

Reúnanse en grupos de tres integrantes y consigan dos rieles de la misma longitud, dos bolitas idéntica (material, masa y tamaño) y dos cronómetros (pueden utilizar el del celular). Luego, realicen el siguiente procedimiento:

1. Sitúen los dos rieles con inclinaciones distintas, tal como se muestra en la imagen del costado.
2. Un integrante del grupo deberá soltar simultáneamente ambas bolitas por cada riel, mientras los otros dos miden, utilizando el cronómetro, el tiempo que tarda cada bolita en recorrer el largo del riel.
3. Registren cada valor en sus cuadernos y repitan el procedimiento para validar los resultados obtenidos.



Montaje de la actividad.

A continuación, respondan las siguientes preguntas:

- a. ¿Qué magnitudes piensan que se relacionan mediante el concepto de rapidez?
  - b. Si la distancia recorrida por ambas bolitas es la misma, ¿qué magnitud les permite comparar cuál bolita fue más (o menos) rápida?
  - c. ¿Cómo definirían el concepto de rapidez?
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- d. ¿Qué preguntas o inquietudes les surgieron al observar el comportamiento de las bolitas?
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

Una descripción general de qué tan deprisa se mueve un cuerpo es la rapidez media ( $v_m$ ). Esta corresponde a la distancia total recorrida dividida por el tiempo total transcurrido y puede ser determinada empleando la siguiente expresión:

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

Rapidez media

Distancia recorrida

Tiempo empleado

Ahora, si imaginamos, por ejemplo, que un bus tiene una rapidez media de 80 km/h, esto no significa necesariamente que el chofer mantiene dicha rapidez en todo momento, ya que sabemos que un bus realiza continuas detenciones para permitir que los pasajeros suban o bajen, o bien, en varias oportunidades se mueve más lento o más rápido. Lo anterior hace necesario el uso de otro concepto, el de **rapidez instantánea** ( $v$ ). Esta se refiere a la rapidez que posee un cuerpo en un instante determinado (un intervalo de tiempo muy pequeño).

### IMPORTANTE

En el Sistema Internacional de unidades (SI), la unidad de medida de la rapidez es m/s. ¿Qué otras unidades de medida de la rapidez conoces?

● Actividad individual

### Aplico la ecuación de rapidez

Completa la siguiente tabla con los valores que corresponda.

Distancia recorrida (m)	Tiempo empleado (s)	Rapidez media (m/s)
5		1
10	5	
	3	4

Supongamos que un automóvil viaja por una carretera recta a 120 km/h: ¿qué podemos decir del vehículo?, ¿se mueve rápido o veloz? Es común que, en nuestro lenguaje cotidiano, utilicemos los conceptos de rapidez y velocidad sin distinción alguna, sin embargo, estos no representan lo mismo.

Como vimos anteriormente, la rapidez media nos entrega la medida de qué tan deprisa un cuerpo recorre una determinada distancia. En cambio, la **velocidad media** ( $\vec{v}_m$ ) nos indica el desplazamiento que tuvo un cuerpo dividido por el tiempo total transcurrido. De esta manera, velocidad media se puede expresar como:

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

Como la velocidad media depende del desplazamiento, es una **magnitud vectorial**, por lo que tiene módulo, dirección y sentido, a diferencia de la rapidez, que es una **magnitud escalar**.

**IMPORTANTE**

Al igual que con el concepto de rapidez, se puede distinguir la velocidad media de la **instantánea** ( $\vec{v}$ ) (en esta última, el intervalo de tiempo es muy pequeño).

En el Sistema Internacional (SI), la velocidad se mide en m/s.

**Desarrollo de estrategias**

Aprendiendo a aplicar modelos para determinar la rapidez y la velocidad media.

**Situación problema**

Lorena sale de su casa para pasear a su perro, pero cuando se encontraba a 30 m de la plaza su perro se escapa y se devuelve hasta la posición 60 m, desde donde reanudan su camino hasta la plaza. Si en su recorrido total demoraron 55 s, determina la rapidez y la velocidad media de su perro.



La ilustración no se encuentra a escala.

**PASO 1** Identifico las incógnitas

Las incógnitas son  $v_m$  y  $\vec{v}_m$

**PASO 2** Registro los datos

Posición inicial  $\vec{x}_i = 110$  m; posición final  $\vec{x}_f = 0$  m y tiempo empleado  $\Delta t = 55$  s

**PASO 3** Utilizo los modelos

<p>Para determinar la rapidez media, utilizamos la siguiente expresión:</p> $v_m = \frac{d}{\Delta t}$ $v_m = \frac{80 \text{ m} + 30 \text{ m} + 60 \text{ m}}{55 \text{ s}} = \frac{170 \text{ m}}{55 \text{ s}}$ $v_m = 3 \text{ m/s}$	<p>Para determinar la velocidad media, utilizamos la siguiente expresión:</p> $\vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$ $\vec{v}_m = \frac{0 \text{ m} - 110 \text{ m}}{55 \text{ s}} = \frac{-110 \text{ m}}{55 \text{ s}}$ $\vec{v}_m = -2 \text{ m/s}$
---	---

**PASO 4** Escribo la respuesta

La rapidez media del perro es 3 m/s mientras que su velocidad media es de -2 m/s.

**PASO 5** Aplico lo aprendido

Determina la rapidez y la velocidad media del perro cuando camina directo (sin devolverse) desde su casa hasta la plaza y demora 50 segundos.



## TEMA 2 → Analizando la relatividad del movimiento

Seguramente en más de alguna oportunidad has escuchado o dicho que un suceso es relativo, pero ¿cuándo evidenciamos que las cosas son relativas?

En este tema aprenderás de qué características depende la relatividad del movimiento, de modo que puedas describirlo de forma cualitativa y cuantitativa. Por ello, analizarás diversas situaciones que te permitirán valorar la importancia de desarrollar habilidades y conocimientos científicos para comprender el mundo que nos rodea.

Para comprender la relatividad del movimiento, responde las preguntas, analizando la situación que se presenta a continuación. Considera que el bus se mueve por la calle hacia la izquierda, respecto del suelo, tal como muestra la siguiente imagen.

¿Qué crees que es la relatividad?, ¿cómo lo explicarías?  
¿Menciona un ejemplo?

---



---



---



¿Cómo verá el bus este observador: en reposo o en movimiento?

---

Seguramente notaste que, para una persona que se encuentra sentada dentro de vehículo, el chofer se encuentra en reposo; mientras que para alguien que se encuentra en la calle, el chofer se encuentra en movimiento. Esto se debe a que los movimientos dependen del marco de referencia que escogemos para describirlos, razón por la cual se dice que el **movimiento es relativo**. Es importante destacar que ningún movimiento es absoluto, ya que siempre depende del marco de referencia. Así, cada vez que queremos describir un movimiento, debemos indicar una referencia, por ejemplo, que el chofer del bus se encuentra en movimiento respecto de la calle.

¿Cómo verá el chofer al transeúnte: en reposo o en movimiento?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Cómo verá al conductor una persona sentada en el interior del vehículo: en reposo o en movimiento?

\_\_\_\_\_

¿Qué se puede concluir de las preguntas planteadas: el chofer está en reposo o en movimiento?, ¿por qué?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿y cómo verá al transeúnte?

●●● Actividad grupal

**Establezcamos un sistema de referencia**

Reúnanse en parejas y, a partir de la imagen del bus, establezcan:

1. Un sistema de referencia dentro del vehículo que describa al chofer en reposo.
2. Un sistema de referencia dentro del vehículo que describa al chofer en movimiento.
3. Un sistema de referencia fuera del vehículo que describa al chofer en reposo.
4. Un sistema de referencia fuera del vehículo que describa al chofer en movimiento.
5. ¿Qué opinan sobre la relatividad del movimiento?, ¿será correcto afirmar que todo es relativo? Fundamenten.



## ¿Las trayectorias pueden ser relativas?

Como todos los movimientos dependen del sistema de referencia que los describe, la trayectoria que observamos de los cuerpos también depende de esta referencia, por lo tanto la **trayectoria es relativa**. Para indagar más acerca de la forma en que la trayectoria de un cuerpo depende de quien la observe, realiza la siguiente actividad.

¿En qué situaciones has observado trayectorias relativas?

---



---



---

### Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

### Actividad grupal

**Objetivo:** Observar y describir la trayectoria de un cuerpo desde diferentes sistemas de referencia.

**Habilidad:** Describir las características de un suceso.

**Actitud:** Explorar fenómenos desafiantes con los sentidos.

**Tiempo:** 20 minutos.



Representación de la actividad.

Reúnanse en grupos de cuatro integrantes, consigan una pelota y realicen el siguiente procedimiento:

1. Para realizar esta experiencia, dos integrantes del grupo serán los lanzadores, mientras que los otros dos serán los observadores.
2. Los lanzadores deberán ubicarse de frente a una distancia aproximada de un metro. Uno de los observadores deberá ubicarse detrás de uno de los lanzadores, mientras que el segundo observador lo hace de frente, tal como muestra la ilustración.
3. Ahora, los lanzadores deben arrojar la pelota en forma parabólica, mientras que cada observador registra en su cuaderno la trayectoria que sigue la pelota.
4. Finalmente, intercambien la posición de los observadores y repitan el procedimiento anterior. Luego, respondan las siguientes preguntas:
  - a. ¿Cómo fue la trayectoria de la pelota observada desde la posición 1?, ¿y desde la posición 2?
  - b. A partir de lo que entienden por movimiento relativo, ¿cómo explicarían lo observado?
  - c. ¿Qué inquietudes surgieron a partir de sus observaciones?, ¿qué importancia tiene la observación en la exploración del entorno?

---



---



---



---



---



---



---

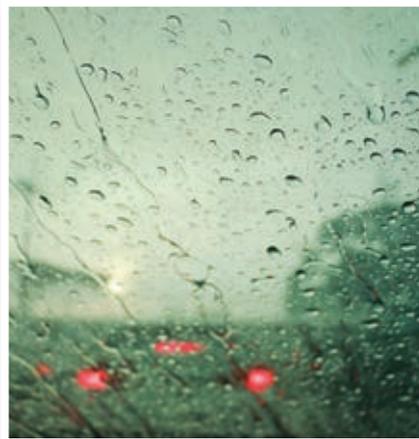
Se dice que un movimiento es relativo y en particular su trayectoria cuando un fenómeno puede ser descrito desde diferentes sistemas de referencia.

Uno de los primeros científicos en analizar y explicar la relatividad del movimiento fue **Galileo Galilei**. Para ello, Galileo analizó una situación similar a la que se representa en el siguiente ejemplo: imagina que estás dentro de un vehículo que se encuentra detenido y empieza a llover; ¿cómo verás las gotas de lluvia sobre el vidrio de la ventana? Luego, imagina que el vehículo se pone en movimiento: ¿verás de la misma manera las gotas de agua en la ventana?

Seguramente consideraste que, en el primer caso, las gotas siguen en una trayectoria vertical; sin embargo, cuando el vehículo se encuentra en movimiento, las gotas de lluvia se inclinan, tal como se muestra en las siguientes imágenes:



Trayectoria vertical de las gotas de agua cuando el vehículo se encuentra en reposo.



Trayectoria inclinada de las gotas de agua cuando el vehículo se encuentra en movimiento.

¿Cuál es el sentido del movimiento del vehículo para que las gotas de agua describan esa trayectoria?

---



---



---

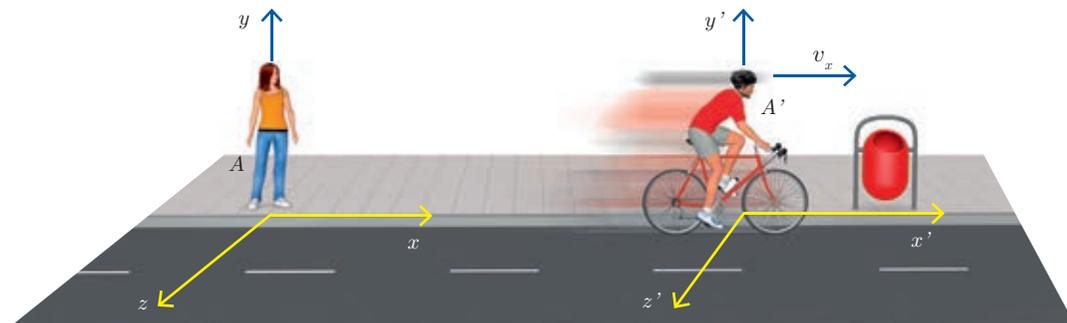
Para tratar de explicar la relatividad del movimiento, Galileo introdujo una serie de ecuaciones que le permitieron describir el movimiento de un cuerpo desde un sistema de referencia que se mueve con velocidad constante respecto de otro que está en reposo respecto del suelo. A este cambio de coordenadas se lo denomina **transformación de Galileo** y se describe a continuación.

Si un sistema A' (representado por el ciclista) se mueve respecto de otro A que se encuentra en reposo respecto del suelo (representado por la joven), entonces, las coordenadas del sistema A' respecto de las de A son:

$$x' = x + v_x \cdot t$$

$$y' = y$$

$$z' = z$$



Esto, siempre y cuando el tiempo “cero” de ambos sistemas coincida.

En las expresiones anteriores,  $v_x$  es la velocidad del sistema A' respecto de A, y  $t$  es el tiempo.

### Desarrollo de la misión

Considerando que las trayectorias también son relativas, elabora junto a tu equipo de trabajo el ejemplo que quieren representar en su video, utilizando el *software* escogido. Escriban las fortalezas y debilidades que perciban durante el desarrollo de esta misión. Escriban las fortalezas y debilidades que enfrenen durante el desarrollo de la misión.

---



---



---



---

## Determinando la relatividad de las velocidades

Tal como la posición de un cuerpo depende del observador, la velocidad y, por ende, la rapidez de este también dependen del sistema de referencia desde el que se describa. Para determinar la velocidad relativa, realiza la siguiente actividad.

### Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

### Actividad grupal

**Objetivo:** Establecer la velocidad media de los cuerpos desde diferentes sistemas de referencia.

**Habilidad:** Comprender la relatividad de la velocidad.

**Actitud:** Interés por aprender nuevos conocimientos.

**Tiempo:** 20 minutos.



Representación de la situación.

Reúnanse en parejas. Luego, lean y analicen la siguiente situación:

Sandra desciende por una escalera fija con una velocidad media de 1 m/s, mientras que Carlos asciende por otra escalera con una velocidad de igual magnitud, pero en sentido contrario. En la parte inferior de las escaleras, Lucía se encuentra detenida, observando a Sandra y a Carlos, tal como se muestra en la imagen del costado.

A partir de esta situación, respondan:

- ¿Qué conceptos estudiados hasta el momento están involucrados en la situación descrita?  
\_\_\_\_\_
- ¿Cuál es la velocidad media de Sandra y Carlos respecto de Lucía?  
\_\_\_\_\_
- Desde el punto de vista de Sandra, ¿con qué velocidad ve pasar a Carlos? ¿Cómo lo determinaron?  
\_\_\_\_\_
- ¿Qué pregunta, relacionada con la situación descrita, le plantearías a una compañera o un compañero de grupo?  
\_\_\_\_\_

Tal como determinaste en la actividad anterior, la velocidad depende del sistema de referencia que lo describe. Para trabajar la relatividad de la velocidad se puede establecer una relación matemática, de tal manera que la velocidad media de un sistema A, medida por un observador B que se mueve con cierta velocidad, queda determinada por la siguiente expresión:

Velocidad de A respecto de B

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

Velocidad de B respecto del suelo

Velocidad de A respecto del suelo

¿Cuál es la velocidad media de Sandra respecto de Carlos?

Así, en la situación planteada en la actividad, la velocidad media de Sandra respecto de Lucía, si se considera positivo el sentido hacia abajo de la escalera, es:

$$\vec{v}_{\text{Sandra/Lucía}} = \vec{v}_{\text{Sandra}} - \vec{v}_{\text{Lucía}} = 2 \text{ m/s} - 0 = 2 \text{ m/s}$$

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Mujeres en la historia de la ciencia

Mileva Maric (1875-1948), una muy destacada estudiante y posterior física teórica y matemática, contrajo matrimonio en 1903 con Albert Einstein, el cual se disolvió legalmente en 1919. Existen bastantes pruebas y testimonios de que Mileva habría sido coautora de los varios de trabajos de Einstein, entre ellos los relacionados con el efecto fotoeléctrico, el movimiento browniano y el movimiento relativo. Se estima que “la insuficiente valoración atribuida al trabajo de Mileva Maric se explica en el contexto general de los valores de la época en los que se situaba a la mujer al margen de la ciencia y de la investigación, y cuando se producía alguna contribución excepcional, esta tendía más a reconocerse en el ámbito privado que en el oficial”.

Fuente: González, M. (2006). Mileva Einstein-Maric: la madre “olvidada” de la teoría de la relatividad. Clepsydra, 5. Disponible en: <http://publica.webs.ull.es/>



¿Qué mujeres científicas conoces?

---

¿Consideras que el rol de la mujer ha sido menoscabado en la historia de la humanidad?, ¿por qué?

---

¿De qué manera se puede valorar el aporte de la mujer en la ciencia?

---



## Cierre de la misión

Al inicio de esta lección, te dimos la misión de elaborar un video para ejemplificar la relatividad del movimiento y presentarlo a tu curso. ¿Cómo evaluarías el trabajo realizado? Fundamenta. ¿Qué ventajas tiene trabajar en equipo?

¿Esta misión se incluirá en el proyecto del texto? Fundamenta en la página 12.

---



---



---

## Reflexiono sobre lo que aprendí

Lee y comenta las siguientes preguntas con tus compañeros y compañeras para saber si alcanzaste el propósito de la lección.

Contenido	Habilidades/Estrategias	Actitudes
<p>¿Qué conceptos nuevos aprendiste?</p> <p>¿Qué te pareció más relevante del estudio del movimiento?, ¿por qué?</p> <p>¿Consideras que los aprendizajes adquiridos te ayudan a comprender mejor los fenómenos que te rodean?, ¿por qué?</p> <p>¿Sobré qué temas relacionados con el movimiento te gustaría aprender? Fundamenta.</p>	<p>A lo largo de esta lección observaste, analizaste y evaluaste diversas situaciones. ¿Qué otra habilidad te gustaría desarrollar?</p> <p>¿Qué nuevas estrategias desarrollaste en esta lección?, ¿cuál te pareció más interesante?</p>	<p>¿Qué opiniones elaboraste a partir de los fenómenos que observaste en la lección?</p> <p>¿Estás preparado para emplear tus conocimientos científicos para resolver problemas cotidianas?, ¿por qué?</p>

Representa

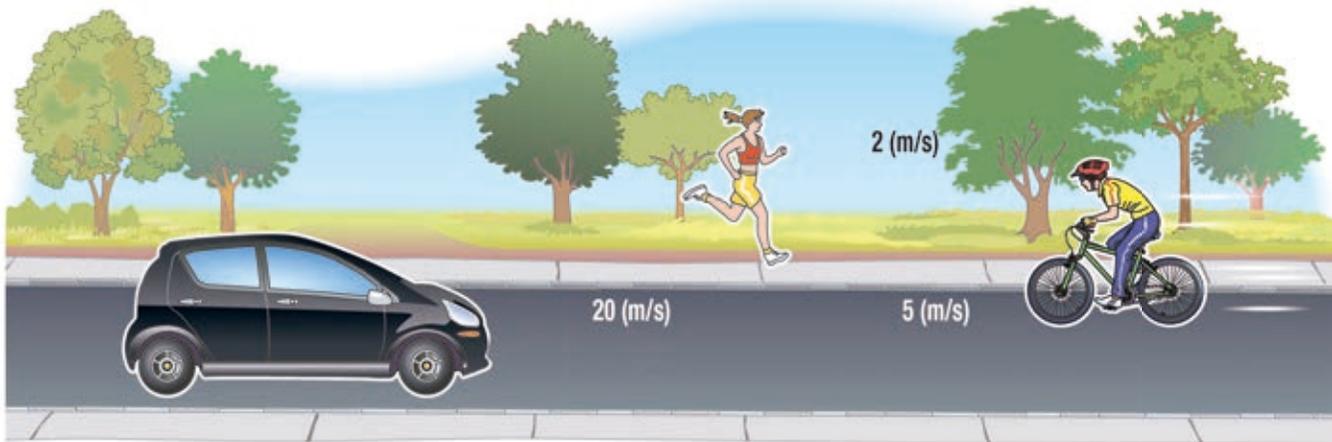
- 1 Para combatir los incendios forestales que afectaron las zonas Centro y Sur de Chile en 2017, se contrató al Supertanker (un avión de combate de incendios) que deja caer aproximadamente 72 000 litros de agua en cada descarga.

Si el avión se mueve con velocidad constante, representa en la ilustración la trayectoria del agua vista por un observador en tierra y por otro que está dentro del avión.



Aplica

- 2 Para estudiar la relatividad del movimiento, Felipe toma una fotografía en la cual representa la rapidez media, medida respecto del suelo, de un automóvil, un ciclista y un corredor, tal como se muestra en la siguiente imagen.

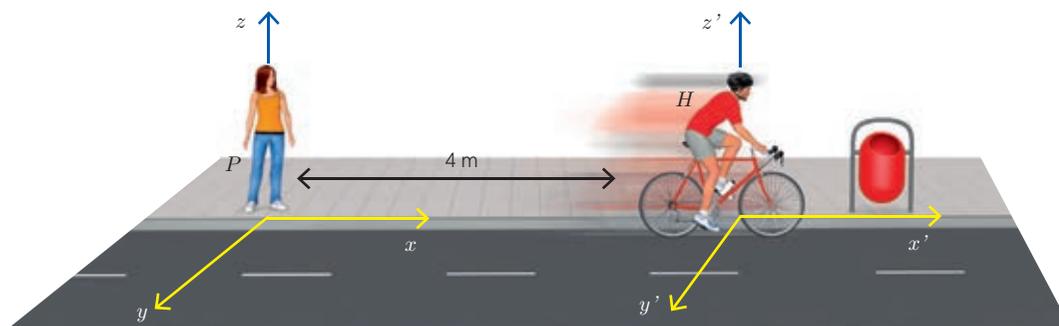


A partir de la información, responde:

- a. ¿Respecto de qué observador el corredor se mueve con mayor rapidez? Justifica.
- b. ¿Cuál es la velocidad media del ciclista respecto al corredor?
- c. ¿Qué distancia habrá recorrido el ciclista luego de 5 minutos de carrera si su recorrido fue en línea recta?, ¿cómo lo determinaste?

Analiza

- 3 Daniela se encuentra en reposo en un sistema de referencia P y Javier sobre otro sistema H. A partir del instante cero ( $t_0$ ), el sistema H comienza a moverse en línea recta y con una velocidad constante de 2 m/s respecto del sistema P, tal como se representa en la imagen. ¿Cuáles serán las coordenadas de H respecto de P después de 3 s?



**Evalúa**

**4** Jorge le explica a Gabriela sobre la velocidad relativa utilizando el siguiente ejemplo: si un ciclista se mueve a 6 m/s en la misma dirección, pero en sentido opuesto a otro que se mueve con igual rapidez, la velocidad del segundo ciclista respecto del primero será igual a cero. ¿Es correcto el ejemplo dado por Jorge? Explica.

**Evalúa**

**5** A partir de lo que sabes del sistema solar y la imagen que muestra el planeta Tierra y el Sol, responde las siguientes preguntas:

- a. ¿Quién se mueve: la Tierra o el Sol? Justifica tu respuesta.
- b. ¿Qué características debe poseer un sistema de referencia para que la Tierra parezca en reposo? Argumenta.



**Sintetiza**

Elabora un mapa conceptual utilizando los siguientes contenidos estudiados en la lección: movimiento, posición, rapidez, velocidad, sistema de referencia, tiempo, distancia recorrida, relatividad y desplazamiento.

**¿Cómo voy?**

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Si es necesario, pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítem	Habilidad	Nivel de desempeño
Empleé los diferentes parámetros del movimiento relativo.	1 y 2	Representar y aplicar.	<input type="checkbox"/> L: Dos ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: Un ítem correcto. <input type="checkbox"/> PL: Ningún ítem correcto.
Consideré las diferentes características que describen los movimientos.	3, 4 y 5	Analizar y evaluar.	<input type="checkbox"/> L: Tres ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: Dos ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: Uno o ningún ítem correcto.

L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr.

**Reflexiono sobre mi desempeño**

Según tu apreciación (1: en desacuerdo; 2: ni de acuerdo ni en desacuerdo; 3: de acuerdo), marca con ✓ las siguientes afirmaciones:

	1	2	3
He aplicado con éxito los conceptos que permiten describir los movimientos.			
He usado distintas estrategias para aprender los temas más difíciles.			
He trabajado responsablemente tanto en las actividades tanto individuales como grupales.			
Estoy preparado para continuar aprendiendo sobre los movimientos.			

## Análisis de los movimientos horizontales

### Propósito de la lección

Un atleta corriendo los 100 metros planos, un auto transitando por la carretera o un perro paseando en el parque: ¿describen el mismo tipo movimiento?, ¿cómo podríamos determinarlo? En general, los movimientos, se pueden clasificar en dos categorías dependiendo de si poseen velocidad constante o no.

En esta lección, analizarás diversas situaciones cotidianas en las que se describen movimientos horizontales. Para ello, deberás aplicar modelos matemáticos e interpretar gráficos para comprender y describir las características de estos movimientos. Además, realizarás diversas actividades que te permitirán fortalecer tu responsabilidad y en el trabajo colaborativo.

## CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

### El rol de la *velocidad* en los accidentes de tránsito

El exceso de velocidad es una de las principales causas de accidentes en Chile. De hecho, se estima que este factor es relevante en al menos 1 de cada 5 accidentes y en 1 de cada 3 accidentes fatales<sup>1</sup> lo que se explica, principalmente, porque:

- El exceso de velocidad reduce el tiempo de reacción que tiene un conductor ante un imprevisto en la vía.
- Al superar el límite de velocidad para la que fue diseñada la vía, se ponen en juego aspectos como la estabilidad del vehículo, la visibilidad del conductor, entre otros.
- Mientras mayor sea la velocidad de un vehículo que se acerca a un peatón u otro conductor, más difícil es juzgar la distancia que los separa.

Durante el año 2015 y para reducir las cifras de accidentes de tránsito por exceso de velocidad, la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (Conaset) realizó una campaña publicitaria que pretendía mostrar lo importante que es respetar la velocidad máxima estipulada en zonas urbanas e interurbanas.

La campaña pretende dar cuenta de cómo influye la rapidez en la distancia de reacción y de frenado ante la ocurrencia de un accidente y la gravedad que este ocasiona.

¿Qué opinas sobre esto?

En Chile, el 40 % de los conductores excede el límite establecido en zonas urbanas, mientras que el 50 % lo hace en zonas interurbanas. ¿De qué manera se deben establecer medidas de seguridad?

---



---

<sup>1</sup> Fuente: Conaset. Se advierte que esta es una estimación, dada la dificultad de establecer la rapidez del vehículo cuando se produce el accidente.



Eslogan de la campaña: "Chocar a 70 km/h es igual que caer desde un séptimo piso".

Fuente: <http://www.mtt.gob.cl/archivos/12776>



## ➔ Ciencia al día

### El secreto de la VELOCIDAD de Usain Bolt

Usain Bolt es el más grande velocista de la historia. Su marca de 9,58 segundos en la carrera de los 100 metros, durante el Campeonato Mundial de Berlín en 2009, es el actual récord mundial. Por ello, los Científicos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) realizaron un estudio analizando sus características.

De acuerdo con el modelo matemático propuesto, en estudio publicado en la revista especializada *European Journal of Physics*, el tiempo de 9,58 segundos que Bolt consiguió en Berlín se logró alcanzando una velocidad de 12,2 metros por segundo, equivalente a unos 44 kilómetros por hora.

John Barrow, profesor de Ciencias Matemáticas de la Universidad de Cambridge, analizó anteriormente cómo Bolt pudo superarse a sí mismo.

Para Barrow, la velocidad de Bolt se debe en parte a la “extraordinaria longitud de su zancada” a pesar de tener un tiempo de reacción más lento al disparo de largada. El científico dijo que Bolt aún tiene margen para batir su propio récord, pero para eso debería ser más rápido en el inicio, y correr con un viento a favor un poco más fuerte y a una mayor altitud, donde hay menos resistencia. Según explicó Barrow, para el récord se puede correr con un viento a favor de hasta dos metros por segundo, por lo tanto, “Bolt tiene un gran margen para mejorar sin tener que ser más rápido”.

¿De qué manera el estudio científico permite comprender mejor las cualidades de un atleta?, ¿cómo la realización de este estudio permite que un atleta pueda ser más rápido en el deporte que practica?

---



---



---

Fuente: [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/07/130729\\_ciencia\\_usain\\_bolt\\_velocidad\\_matematica\\_np](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/07/130729_ciencia_usain_bolt_velocidad_matematica_np)



### Inicio de la misión

Como pudiste leer en estas páginas, el estudio de la velocidad es importante en la descripción del movimiento. En esta lección, tendrás la misión de **confeccionar una maqueta que muestre el movimiento de un cuerpo con velocidad variable**. Para ello, puedes solicitar la colaboración de tu profesor o profesora de Educación Tecnológica, para que te ayude a implementar nuevas técnicas y recursos.

Para llevar a cabo esta misión, reúnete con tres compañeros y realicen un plan de trabajo, considerando que, al finalizar esta lección, deberán mostrar su maqueta al curso.




---



---



---



---



---



---



---



---

# TEMA 1 → Describiendo el Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU)

En este tema, estudiaremos movimientos cotidianos que se efectúan con velocidad constante. Para ello, aprenderás a utilizar ecuaciones de movimiento que te permitirán adquirir estrategias para confeccionar e interpretar gráficos que describan los movimientos.

¿Qué significa que un movimiento posee velocidad constante?

---

## Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

## Actividad grupal

**Objetivo:** Determinar el módulo de la velocidad.

**Habilidad:** Analizar resultados de una experiencia.

**Actitud:** Ser riguroso en el trabajo colectivo.

**Tiempo:** 30 minutos.



↑ Materiales de la actividad.

Reúnete con dos compañeros, y consigan una tiza, una huincha de medir y un cronómetro (pueden usar el de un celular). Luego, realicen el siguiente procedimiento:

1. Salgan al patio y busquen un sector amplio donde puedan dibujar una línea de 30 metros de largo y trácenla con la tiza.
2. Sobre la línea, dibujen una marca cada 5 metros.
3. Un integrante del equipo camine sobre la línea con paso firme y regular. Mientras tanto, los otros integrantes registrarán, en la siguiente tabla, el tiempo cuando pase por cada marca sobre la línea.

Distancia (m)	5	10	15	20	25	30
Tiempo (s)						
Velocidad (m/s)						

4. Determinen el módulo de la velocidad seguida en cada tramo y registren su valor en la tabla. ¿Qué modelo matemático utilizarán?

A partir de los datos obtenidos, respondan las siguientes preguntas:

- a. ¿Qué características tiene el movimiento descrito por el integrante del grupo?  
\_\_\_\_\_
- b. ¿Cómo es el módulo de la velocidad en cada tramo? Compáren.  
\_\_\_\_\_
- c. ¿Permanece constante la velocidad media?, ¿cómo lo establecieron?  
\_\_\_\_\_
- d. ¿Cómo organizaron y distribuyeron las tareas en equipo?, ¿consideraron las habilidades de cada integrante?  
\_\_\_\_\_

Si un objeto en movimiento describe una trayectoria rectilínea, como en la actividad anterior, y además posee una velocidad media constante, entonces describe un **Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU)**. Todo MRU posee las siguientes características:

- La trayectoria es una línea recta.
- La distancia recorrida es igual al módulo del desplazamiento.
- La rapidez es constante a lo largo de todo el movimiento, es decir, la rapidez media y la instantánea tienen el mismo valor en todo momento.
- El módulo de velocidad coincide en todo momento con el valor de la rapidez.
- No acelera.

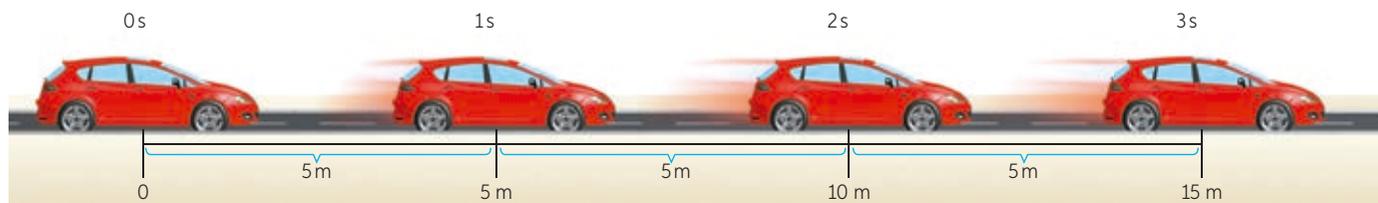
### IMPORTANTE

En el MRU siempre se cumple que el módulo de la velocidad coincide en todo momento con el valor de la rapidez, por lo tanto:

$$|\vec{v}| = v$$

## Representación gráfica de un MRU

Analicemos la situación de un automóvil que se mueve en línea recta con velocidad constante, es decir, describe un MRU. Cuando esto sucede, por cada unidad de tiempo, el automóvil recorre la misma distancia y no cambia el sentido de su movimiento.

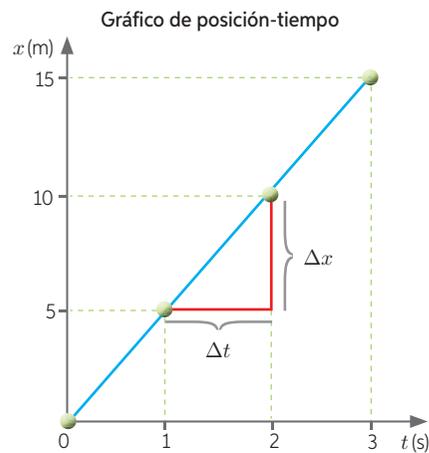
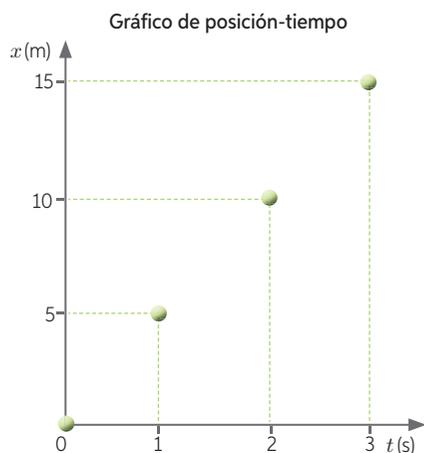


Observando el esquema, podemos concluir que, por cada segundo que transcurre, el automóvil avanza una distancia de 5 metros, de tal manera que:

Tiempo (s)	0	1	2	3
Distancia (m)	0	5	10	15

Si graficamos este movimiento obtenemos lo siguiente:

Gráfico de posición en función del tiempo



- 1 En el gráfico se sitúan los puntos que indican la posición del móvil en cada instante de tiempo respecto del sistema de referencia.
- 2 Como en un MRU la velocidad media es constante, se puede trazar una recta que une todos los puntos.

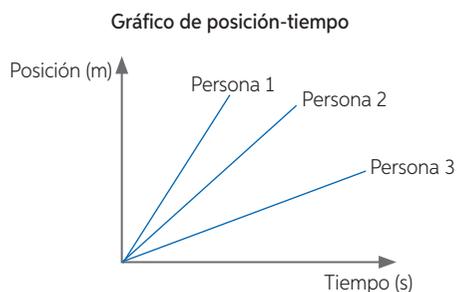
- 3 Se puede determinar la **rapidez** del automóvil determinando la **pendiente** del gráfico. Para ello, utilizamos la siguiente expresión:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{10 \text{ m} - 5 \text{ m}}{2 \text{ s} - 1 \text{ s}} = 5 \text{ m/s}$$

El signo que resulta indica el sentido del movimiento. En este caso, el automóvil se mueve con una velocidad media de 5 m/s en sentido positivo respecto del sistema de coordenadas.

● Actividad individual

### Reflexión sobre el gráfico de posición



Tres personas se mueven describiendo un MRU, mediante las características se representaron en el gráfico posición en función del tiempo adjunto.

1. ¿Qué persona se mueve a mayor velocidad?
2. ¿De qué manera interpretaste el gráfico para responder la pregunta anterior?



A partir de los datos obtenidos para el vehículo, también se puede construir el gráfico de velocidad en función del tiempo.

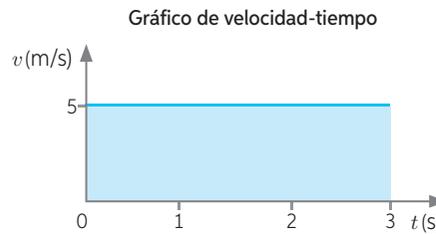
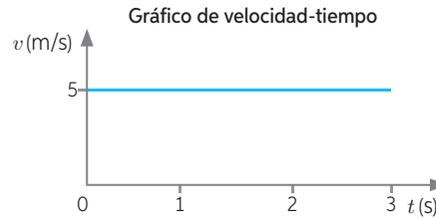
**Gráfico de velocidad en función del tiempo**

1 Como la velocidad se mantiene constante, el gráfico resulta ser una recta paralela al eje horizontal (que contiene los valores del tiempo).

2 A partir de este tipo de gráfico, podemos conocer la **distancia recorrida** por el automóvil (en cualquier intervalo de tiempo). Esto se realiza determinando el **área bajo la recta**. En este caso, obtenemos que:

$$\text{Distancia } (d) = \text{Área (figura)} = \text{base} \cdot \text{altura}$$

$$d = 3 \text{ s} \cdot 5 \text{ m/s} = 15 \text{ m}$$



●●● Actividad grupal

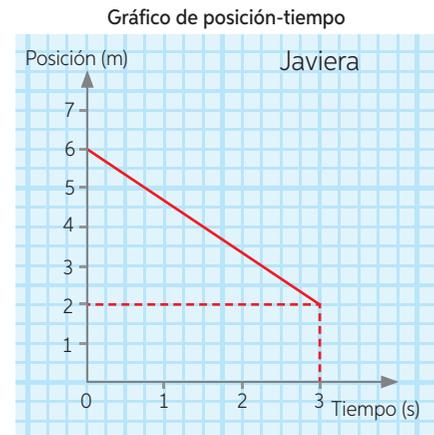
**Interpretemos gráficos del MRU**

Júntense en parejas y realicen las siguientes actividades.

Javiera y Fernando, dos estudiantes de 2° medio, para comprender mejor las características de sus movimientos, deciden construir los gráficos que se muestran al costado.

1. ¿Cuál es la posición inicial y la posición final de Javiera y de Fernando?
2. Determinen el desplazamiento de cada uno.
3. Determinen la velocidad media de Javiera y Fernando.
4. Construyan los gráficos de velocidad en función del tiempo para Javiera y para Fernando.

--	--



A partir de los gráficos, respondan las preguntas a continuación:

- a. ¿Qué distancia recorrió cada uno?
- b. ¿Por qué la distancia recorrida tiene el mismo valor que el desplazamiento? Justifiquen.
- c. ¿Qué ventajas tienen los gráficos en el estudio del movimiento? Argumenten.

## Ecuación itinerario de un MRU

La posición de un cuerpo que describe un MRU no solo se puede representar mediante gráficos, sino que también con expresiones matemáticas, denominadas **ecuaciones de itinerario**, las cuales permiten conocer la posición de un cuerpo a partir de su posición inicial, de la rapidez con la que se mueve y del tiempo que transcurre. Una de estas ecuaciones de itinerario se obtiene de la siguiente expresión:

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

Ahora, para cualquier tiempo, esta expresión matemática se escribe como:

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

Es importante mencionar que la expresión para determinar la posición corresponde a la ecuación de una recta y que es consistente con los gráficos presentados anteriormente.

### IMPORTANTE

Todas las expresiones que se estudian en esta unidad pueden ser trabajadas en su versión escalar. De esta manera, la ecuación itinerario se puede expresar:

$$x = x_i + v \cdot \Delta t$$

## Desarrollo de estrategias

Aprendiendo a interpretar gráficos y a aplicar modelos.

### Situación problema

César y Andrea son atletas cuyo entrenamiento consiste en correr por un parque describiendo una trayectoria recta. Jimena, su entrenadora, les toma el tiempo durante los primeros 8 segundos de su recorrido y, para analizar su rendimiento, construye el gráfico que se muestra al costado. A partir de esto, determina:

- La velocidad media de César.
- La ecuación itinerario de César.
- El tiempo que tarda César en llegar a los 100 metros, si continúa su carrera con velocidad constante.

### PASO 1 Identifico las variables del gráfico

La posición de César a los 0 s es de 28 m, y a los 8 s es de 60 m.

### PASO 2 Aplico los modelos

- a. Determino la velocidad media:

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{60 \text{ m} - 28 \text{ m}}{8 \text{ s}} = 4 \text{ m/s}$$

- b. Determino la ecuación itinerario:

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

$$\vec{x}_{\text{César}} = 28 + 4 \cdot t$$

- c. Determino el tiempo.

Para ello, hay que despejar la ecuación itinerario cuando César se encuentra en los 100 metros:

$$100 = 28 + 4 \cdot t$$

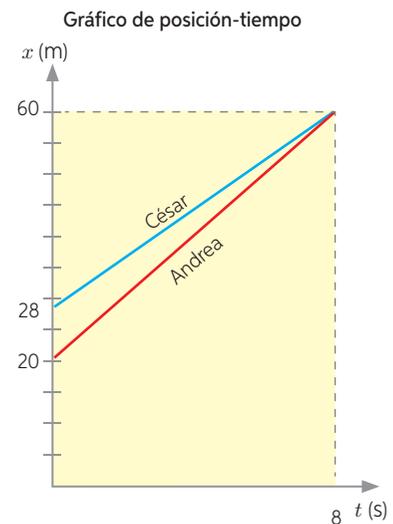
$$t = \frac{100 \text{ m} - 28 \text{ m}}{4 \text{ m/s}} = 18 \text{ s}$$

### PASO 3 Escribo la respuesta

En su carrera, César lleva una velocidad media de 4 m/s y tarda 18 s en llegar a los 100 m.

### PASO 4 Aplico lo aprendido

Determina la velocidad media de Andrea. ¿Quién llega primero a los 100 metros: César o Andrea? Fundamenta.



## Aprendiendo a organizar datos: en el MRU del agua

**Habilidad:** Organizar datos cuantitativos y cualitativos con precisión.

**Actitud:** Sugerir soluciones y buscar alternativas para resolver problemas.

### Situación problema

La siguiente experiencia te permitirá organizar datos para determinar la rapidez con la que desciende el agua en un Frasco de Mariotte. Este dispositivo consta de una botella que tiene un orificio lateral cerca de su base y un tubo recto pequeño en su interior. Al llenar la botella con agua esta sale por el orificio con rapidez constante por un determinado tiempo.



^ Frasco de Mariotte.



^ Montaje experimental.

### Procedimiento experimental

Reunidos en parejas, consigan los materiales que se les solicitan. Luego, realicen el siguiente procedimiento:

1. Perforen, con la supervisión de su profesor, la tapa de la botella para introducir la bombilla. Sellen el orificio alrededor de la bombilla con plasticina.
2. Realicen marcas en forma vertical cada 0,5 cm, desde el principio hasta el fondo de la botella.
3. Hagan un pequeño orificio en la última marca de la botella. Viertan una pequeña cantidad de agua y comprueben si, a través del orificio, fluye agua de forma permanente. Si el agua sale a borbotones, deberán agrandar un poco más el orificio.
4. Cubran el orificio con cinta adhesiva y luego llenen la botella con agua por encima del nivel marcado. Cierren la botella con la tapa que posee la bombilla incrustada.
5. Coloquen la botella sobre una mesa y en el suelo ubiquen el recipiente para contener el agua que saldrá por el orificio, tal como muestra el montaje experimental.
6. Saquen la cinta adhesiva del orificio para que comience a salir el agua. Cuando esta llegue a la primera marca inicien el cronómetro.
7. Dejen que el agua siga saliendo y registren el tiempo que indica el cronómetro cuando el nivel del agua pase por cada una de las marcas en la botella.

- ✓ Una botella desechable de 1,5 L con tapa.
- ✓ Una bombilla o tubo de plástico delgado.
- ✓ Un marcador permanente.
- ✓ Cinta adhesiva para embalaje.

- ✓ Un recipiente hondo de 2 L de capacidad.
- ✓ Agua.
- ✓ Un cronómetro.
- ✓ Plasticina.
- ✓ Una regla.
- ✓ Un alfiler o aguja.

**Advertencia:** Tengan precaución al manipular los materiales corto punzantes (alfiler o aguja).

### Reduce, Reutiliza, Recicla

¿Qué harán con los materiales cuando terminen la experiencia?

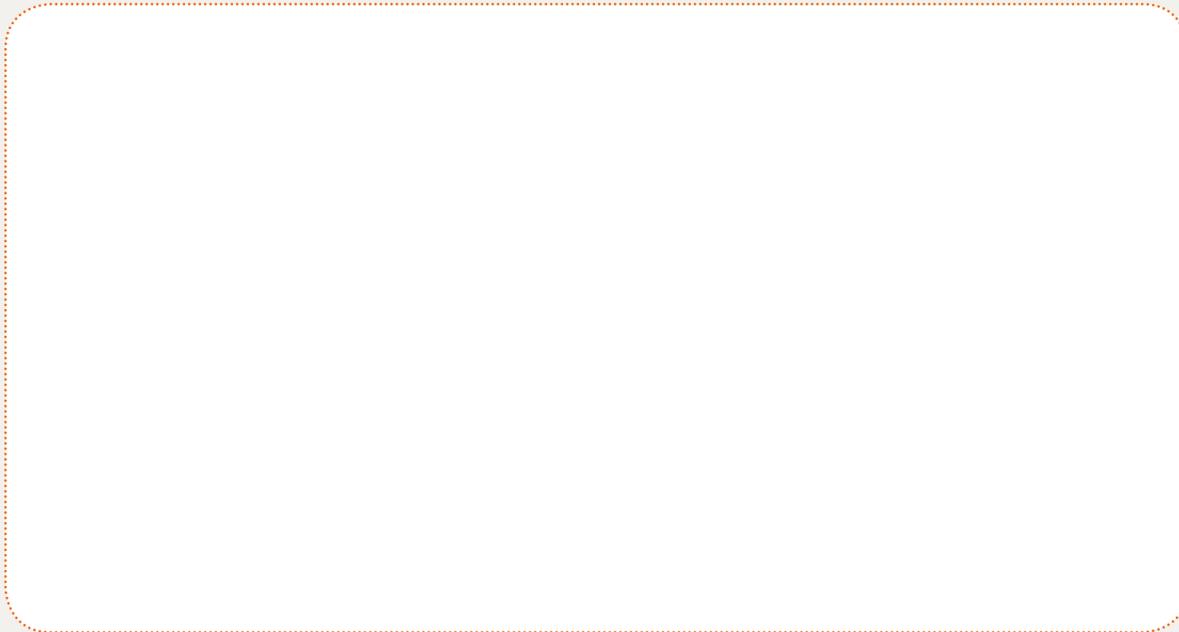
Al finalizar la actividad pueden utilizar el agua para regar plantas y botar los materiales desechables en contenedores para reciclaje.

**Organización de los datos**

- a. Construyan una tabla con los valores registrados en cada intento. Pueden utilizar una como la siguiente:

Distancia recorrida por el nivel de agua (cm)	Tiempo que tarda el nivel de agua en descender (s)	Ayuda
0	0	← Para determinar el tiempo solicitado, calculen la diferencia entre el tiempo inicial y el correspondiente al paso por cada marca.
0,5		
1,0		
1,5		
2,5		

- b. En un sistema de ejes coordenados representen la distancia recorrida por el nivel de agua (OY) y el tiempo registrado (OX) y grafiquen los datos registrados en la tabla.



**Análisis e interpretación de evidencias**

- c. ¿Qué característica posee el gráfico de posición en función del tiempo? ¿Qué pueden observar en él? Expliquen.
- d. ¿Podrían determinar la rapidez aproximada con la que desciende el agua? De ser así, expliquen cómo lo harían.
- e. Si el eje OY lo extienden hasta una posición de 30 cm, ¿cuánto tiempo tarda el agua en alcanzar ese nivel? Describan dos maneras de hacerlo.
- f. Elaboren una conclusión que relacione los datos obtenidos, la organización de los datos y lo que saben respecto del MRU.
- g. ¿Qué dificultades surgieron durante la obtención de los datos recopilados?, ¿cómo las sobrellevaron?
- h. ¿Cómo evaluarían su trabajo individual durante el trabajo colaborativo?

## TEMA 2 → Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA)

En el mundo que nos rodea, es poco habitual que un movimiento permanezca con velocidad constante, dado que la mayoría de ellos experimentan variaciones de rapidez, de dirección y/o de sentido. Por ejemplo, el solo hecho de iniciar una caminata implica aumentar la velocidad cuando se deja el reposo inicial.

En este tema, aprenderás a utilizar modelos que te permitan describir movimientos más complejos que posean velocidad variable. Para ello, realizarás diversas actividades para buscar soluciones a problemáticas científicas manifestando interés por trabajar de forma responsable y colaborativa.

¿Has escuchado hablar de la aceleración? Si la tuvieras que definir usando los conceptos de velocidad y tiempo, ¿cómo lo harías?

---



---

### Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

### Actividad grupal

**Objetivo:** Describir los cambios en el estado de movimiento de un cuerpo.

**Habilidad:** Comparar las características de dos sucesos.

**Actitud:** Ejecutar las tareas de manera rigurosa.

**Tiempo:** 10 minutos.



▲ Montaje de la actividad.

Reúnanse en parejas y consigan una bolita de cristal o de acero. Luego, utilicen una superficie horizontal (como una mesa) para llevar a cabo el siguiente procedimiento:

1. Con su mano, impulsen la bolita de modo que se ponga en movimiento respecto de la mesa (observen la imagen).
2. Luego, déjenla caer desde unos 20 cm de altura. A partir de sus observaciones, respondan las siguientes preguntas:

a. ¿Qué conceptos piensan que están involucrados en la actividad? Escribanlos.

---

b. ¿Cuál era el estado de movimiento inicial de la bolita en ambas situaciones? Expliquen.

---

c. ¿Cómo varió la velocidad de la bolita en la primera situación? Describan.

---

d. ¿Cómo varió la velocidad de la bolita en la segunda situación? Describan.

---

e. ¿Cómo pudieron determinar si la bolita cambió de velocidad? Fundamenten.

---

f. ¿Llegaron a acuerdos para desarrollar el procedimiento para alcanzar los aprendizajes de forma colaborativa?

---



---

g. Fueron rigurosos al observar y describir cada una de las situaciones? De no ser así, repitan la experiencia.

---



---

En la actividad anterior, pudiste observar que el movimiento de la bolita experimentó variaciones en su velocidad porque pasó de estar en reposo a describir un movimiento con cierta velocidad. ¿Qué magnitud física da cuenta del cambio de velocidad de un cuerpo?

La **aceleración** corresponde a la variación de la velocidad que experimenta un cuerpo en un determinado tiempo. Para comprender mejor este concepto, analicemos la siguiente situación.

La imagen muestra el movimiento que describe una atleta cuando comienza una carrera desde el reposo.



En el instante  $t_i = 0$ , la atleta se encuentra en reposo, es decir,  $\vec{v}_i = 0$ .

Después de la partida, la atleta intenta incrementar su velocidad en el menor tiempo posible.

En un instante  $t_f$ , la velocidad de la atleta es  $\vec{v}_f$  (distinta de cero).

Como puede apreciarse en la situación anterior, la aceleración no solo depende del cambio de velocidad ( $\Delta\vec{v}$ ) que experimenta un cuerpo, sino que también del tiempo ( $\Delta t$ ) en el cual este ocurre, lo que, matemáticamente, se puede expresar como:

Donde:

$$\vec{a}_m = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{t_f - t_i}$$

$\vec{v}_f$  es la velocidad final.  
 $\vec{v}_i$  es la velocidad inicial.

Esta relación matemática se conoce como **aceleración media**. Entonces, la aceleración involucra cualquier cambio en la velocidad, ya sea un aumento o disminución, o 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)**.

Como la aceleración depende de la variación de la velocidad, también es una **magnitud vectorial**, por lo que posee módulo, dirección y sentido. Este último, en un movimiento rectilíneo, se expresa con un signo positivo o negativo dependiendo del sistema de referencia.

● Actividad individual

**Aplico la ecuación de aceleración**

Determina la aceleración de Usain Bolt en el campeonato mundial de Berlín, considerando que alcanzó una rapidez de 0 a 12,2 m/s en tan solo 9,58 segundos.

**IMPORTANTE**

La unidad de medida de la aceleración en el Sistema Internacional es  $m/s^2$ , y se obtiene de la expresión:

$$\vec{a}_m = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{m/s}{s} = m/s^2$$

Esta unidad indica la cantidad de m/s que un móvil aumenta o disminuye en cada segundo.

## Desarrollo de estrategias

Aprendiendo a aplicar modelos para determinar la aceleración de un automóvil.

### Situación problema

Un automóvil que parte del reposo con movimiento rectilíneo, alcanza una rapidez de 72 km/h después de un minuto. ¿Cuál es el módulo de su aceleración media?

#### PASO 1 Identifico las variables

$$\begin{aligned}v_i &= 0 \\v_f &= 72 \text{ km/h} \\ \Delta t &= 1 \text{ min}\end{aligned}$$

#### PASO 2 Verifico las unidades de medida

Es importante recordar que todas las unidades de medida deben corresponder a las utilizadas en el Sistema Internacional de unidades. En este caso, es necesario expresar la rapidez en m/s y el tiempo en s.

$$\begin{aligned}v_f &= 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 20 \text{ m/s} \\ \Delta t &= 1 \text{ min} = 1 \text{ min} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 60 \text{ s}\end{aligned}$$

#### PASO 3 Aplico el modelo

Es aquí, en donde se utiliza la expresión matemática para obtener el valor del módulo de la aceleración media. En este caso:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{\Delta t} = \frac{20 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 0}{60 \text{ s}} = 0,33 \text{ m/s}^2$$

#### PASO 4 Escribo la respuesta

El módulo de la aceleración del automóvil es de 0,33 m/s<sup>2</sup>. Este resultado significa que por cada segundo que pasa, la rapidez del automóvil aumenta en 0,33 m/s.

#### PASO 5 Aplico lo aprendido

En su clase de ciencias, Juan descubre que el guepardo es el animal terrestre más rápido del mundo ya que puede alcanzar una rapidez de 0 a 96 km/h en tan solo 3 segundos. Determina el módulo de la aceleración media que experimenta el guepardo.

## Desarrollo de la misión

Considerando lo que has aprendido sobre los movimientos con velocidad variable, confecciona la maqueta de la misión junto con tu equipo de trabajo. ¿De qué manera se distribuyeron las tareas?, ¿consideraron las habilidades de cada uno? Fundamenten.




---



---



---



---



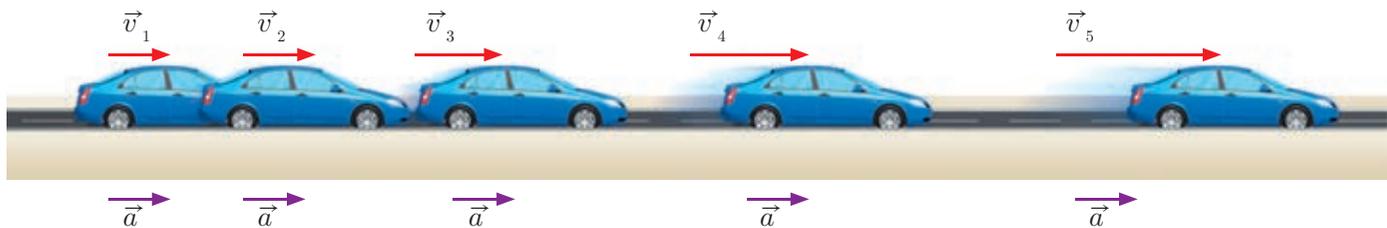
---



---

## Representación gráfica de un MRUA

Cuando la velocidad de un cuerpo en movimiento rectilíneo cambia de manera constante por unidad de tiempo, es decir, su aceleración es la misma, se dice que posee un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA). Por ejemplo, en la siguiente imagen, se observan los efectos de una aceleración constante y positiva sobre un vehículo.



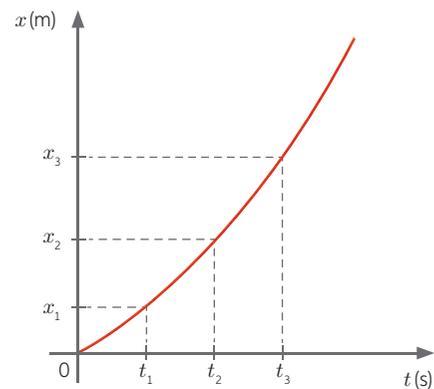
### LAS TIC

Ingresa el código [18TF2M049a](#) en la página web del texto. Allí encontrarás una aplicación que te permitirá graficar un MRUA.

#### Gráfico de posición en función del tiempo

En un MRUA, la distancia recorrida por un móvil se incrementa por cada unidad de tiempo. Por lo tanto, el gráfico de posición en función del tiempo tiene la forma de una curva (tal como se muestra en el gráfico).

Gráfico de posición-tiempo



#### Gráfico de velocidad en función del tiempo

El gráfico de la velocidad en función del tiempo corresponde a una recta, tal como se muestra en el gráfico de la derecha.

A partir del área bajo la recta, se puede determinar una expresión que nos permite conocer la distancia recorrida en un MRUA. En este caso, la distancia corresponderá a la suma de las áreas  $A_1$  y  $A_2$ , es decir:

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

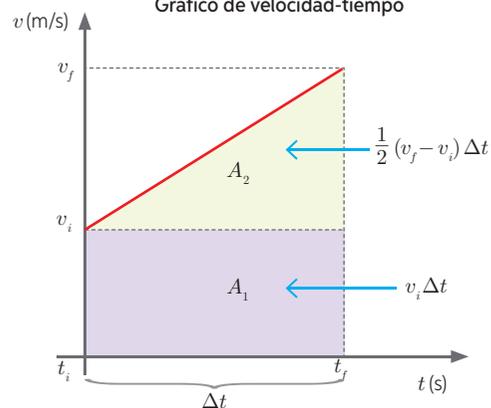
Como el módulo de la aceleración es:

$$a = \frac{v_f - v_i}{\Delta t}$$

Entonces, la distancia resulta ser:

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

Gráfico de velocidad-tiempo



La pendiente del gráfico de velocidad en función del tiempo corresponde a la aceleración media del móvil.

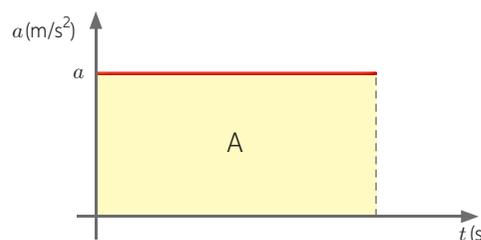
#### Gráfico de aceleración en función del tiempo

En un MRUA, la aceleración es constante, por lo tanto, su gráfico en función del tiempo corresponde a una línea recta, paralela al eje del tiempo.

El área  $A$  limitada bajo la recta corresponde a la variación del módulo de la velocidad ( $\Delta v$ ).

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

Gráfico de aceleración-tiempo



## Ecuación itinerario para un MRUA

En el siguiente recuadro, se presentan las expresiones matemáticas más representativas del movimiento uniformemente acelerado. A partir de ellas y de su combinación, es posible determinar cualquier variable involucrada en este tipo de movimiento.

Variables relacionadas	Ecuación
Velocidad final, velocidad inicial, aceleración y tiempo.	Velocidad: $\vec{v}_f = \vec{a} \cdot \Delta t + \vec{v}_i$
Posición final, posición inicial, velocidad inicial, aceleración y tiempo.	Itinerario: $\vec{x}_f = \vec{x}_i + \vec{v}_i \cdot \Delta t + \frac{1}{2} \cdot \vec{a} \cdot \Delta t^2$

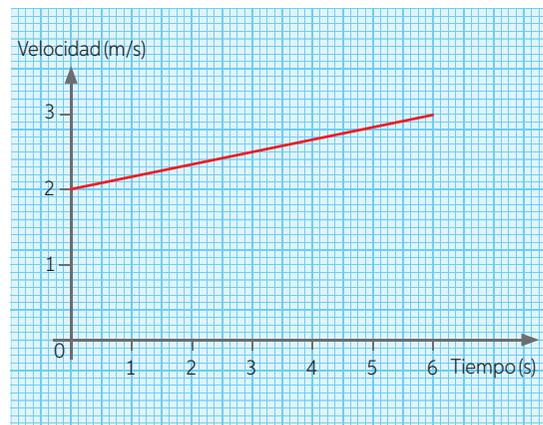
### Desarrollo de estrategias

Aprendiendo a interpretar gráficos y aplicar modelos.

#### Situación problema

En el gráfico del costado, se representa el movimiento de un ciclista que viaja en línea recta y que parte desde el origen del sistema de referencia. A partir de la información que se puede extraer del gráfico, escribe la ecuación itinerario del ciclista y determina su posición a los 6 segundos.

Gráfico de velocidad-tiempo



**PASO 1** Identifico las variables del problema

$$\begin{aligned} x_i &= 0 & v_f &= 3 \text{ m/s} \\ v_i &= 2 \text{ m/s} & \Delta t &= 6 \text{ s} \end{aligned}$$

**PASO 2** Identifico las variables de la ecuación itinerario

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

**PASO 3** Aplico los modelos

$$a = \frac{v_f - v_i}{\Delta t} = \frac{3 - 2}{6} = \frac{1}{6} \text{ m/s}^2$$

**PASO 4** Escribo la ecuación itinerario

$$x_f = 0 + 2 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{6} \cdot t^2 \quad \rightarrow \quad x_f = 2 \cdot t + \frac{1}{12} \cdot t^2$$

La posición del ciclista en  $t = 6$  (s) será:

$$x_f = 0 + 2 + \frac{1}{12} \cdot 6^2 = 15 \text{ m}$$

**PASO 5** Aplico lo aprendido

Determina la ecuación de velocidad del ciclista. ¿Qué velocidad tendrá a los 10 s?



En tierra, el guepardo es el felino más veloz del mundo: alcanza valores de entre 112 y 120 km/h y puede acelerar de 0 a 96 km/h en 3 segundos. La velocidad que alcanza este felino está dada por la forma de su cuerpo y su anatomía: posee garras no retractiles que le dan una mayor adherencia a la superficie, sus fosas nasales son de gran tamaño para favorecer el ingreso de más oxígeno durante su carrera y su larga cola le permite maniobrar durante la carrera dando sorprendentes giros para atrapar a su presa.



En el agua, el más veloz es el pez vela, el que puede alcanzar valores de hasta 110 km/h en distancias cortas. Este veloz representante del mundo acuático tiene una cola rígida en forma de C que es idónea para la velocidad, además posee una aleta dorsal que corta el agua como las hélices de los barcos y una prolongación en su mandíbula superior que favorece su hidrodinámica al sortear las aguas con mayor agilidad.



<http://www.latam.discovery.com/animal-planet/los-animales-mas-veloces-del-planeta/>

¿Qué les permite a estos animales ser los más rápidos en sus respectivos ambientes?

---



---

¿Cómo crees que el estudio de la naturaleza permite desarrollar nuevos avances tecnológicos?

---



---



**Cierre de la misión**

Al inicio de esta lección, te propusimos la misión de confeccionar una maqueta que describiera un movimiento acelerado ¿De qué manera el equipo de trabajo buscó soluciones para desarrollar este proyecto?

¿Cómo evaluarías los aportes realizados por cada integrante del grupo? Fundamenta.

¿Esta misión se incluirá en el proyecto del texto?  
Fundamenta en la página 12.

---



---



---

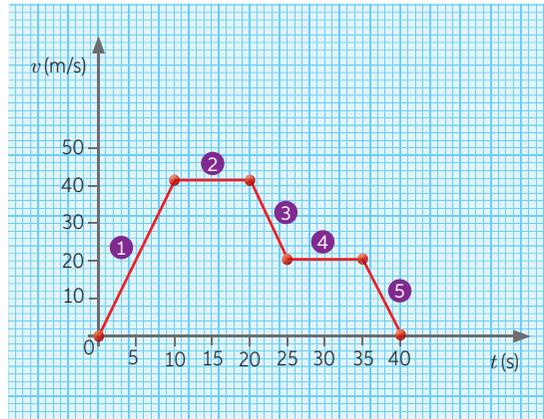
**Reflexiono sobre lo que aprendí**

Lee y comenta las siguientes preguntas con tus compañeros y compañeras para saber si alcanzaste el propósito de la lección.

Contenido	Habilidades/Estrategias	Actitudes
¿Qué te pareció más difícil de comprender?, ¿a qué crees que se deba? ¿Qué te resultó más fácil de aprender? ¿De qué manera solicitaste ayuda cuando tuviste dificultades?	¿Qué estrategias empleaste para utilizar correctamente los modelos matemáticos de la lección?	¿Cómo consideras que aportaste al trabajo en equipo?, ¿por qué? ¿Cómo podrías mejorar?

Analiza

1 El siguiente gráfico de velocidad en función del tiempo se construyó con información de un automóvil que transita en un camino rectilíneo.



Para cada uno de los tramos numerados, determina:

a. El tipo de movimiento descrito por el automóvil (MRU o MRUA).

	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5
Tipo de movimiento					

b. La aceleración del automóvil.

	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5
Aceleración (m/s <sup>2</sup> )					

c. La distancia recorrida.

	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5
Distancia recorrida (m)					

d. ¿De qué manera el trabajo responsable te ha permitido buscar soluciones a los problemas planteados en esta actividad?

Analiza

2 Un ciclista describe un MRUA de acuerdo a la siguiente ecuación itinerario:

$$x_t = 3 + 5t + 2t^2$$

A partir de la información que entrega esta ecuación, realiza lo siguiente:

e. Completa la tabla con los valores solicitados:

Posición inicial	Velocidad media	Aceleración media

f. Construye en tu cuaderno los gráficos solicitados:

Posición-tiempo	Velocidad-tiempo	Aceleración-tiempo

Aplica

- 3** Mariana desciende con su bicicleta por una pendiente que le otorga una aceleración constante de  $3 \text{ m/s}^2$ , durante 3 s. Si su velocidad inicial fue de 2 m/s, determina:
- La velocidad final.
  - La distancia total recorrida.
  - ¿Qué medidas de seguridad debería considerar Mariana?

Aplica

- 4** Una moto viaja hacia la izquierda con una rapidez media constante de 25 m/s cuando de pronto el vehículo que va delante se detiene bruscamente. Si la moto alcanza a detenerse en 6 segundos, determina:
- La aceleración de la moto cuando frena.
  - La distancia que alcanza a recorrer la moto mientras frena.
  - Dibuja el gráfico de velocidad en función del tiempo de la moto.

Sintetiza

- 5** A partir de los aprendizajes adquiridos en la lección, completa la siguiente tabla indicando los contenidos, habilidades y actitudes desarrolladas.

Contenidos	Habilidades	Actitudes

¿Cómo voy?

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Si es necesario, pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítem	Habilidad	Nivel de desempeño
Analicé las características que describen los MRU y MRUA.	1, 2 y 5	Analizar y sintetizar.	<input type="checkbox"/> L: tres ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: Dos ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: Uno o ningún ítem correcto.
Apliqué las ecuaciones que describen los MRUA.	3 y 4	Aplicar.	<input type="checkbox"/> L: Dos ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: Un ítem correcto. <input type="checkbox"/> PL: Ningún ítem correcto.

L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr.

Reflexiono sobre mi desempeño

Según tu apreciación (1: en desacuerdo; 2: ni de acuerdo ni en desacuerdo; 3: de acuerdo), marca con ✓ las siguientes afirmaciones:

	1	2	3
He aplicado satisfactoriamente los modelos que permiten describir los movimientos.			
He desarrollado nuevas habilidades para trabajar los aprendizajes de esta lección.			
He trabajado responsablemente de forma proactiva y colaborativa.			

# Análisis de los movimientos verticales

## Propósito de la lección

Seguramente, en más de alguna oportunidad has lanzado una moneda para probar suerte o bien, se te ha caído un objeto de las manos. Pero ¿qué particularidades poseen estos movimientos?

En esta lección, analizarás diversas situaciones cotidianas en las que se describen la

caída libre y el lanzamiento vertical. Para ello, necesitarás aplicar los aprendizajes adquiridos en las lecciones anteriores, para describir las características de cada tipo de movimiento. Además, deberás emplear las tecnologías de la información y comunicación para procesar evidencias y formular explicaciones científicas.

### ➔ Ciencia al día

## La física en el parque de diversiones

Un parque de diversiones es un lugar para experimentar diferentes sensaciones, como emoción, temor o alegría, pero también es un laboratorio de ciencia y tecnología, en donde se conjugan los principios de la física con la entrega de entretenimiento. Por ejemplo, en Chile, en el primer parque de diversiones: Fantasilandia (fundado en el año 1978) es posible encontrar alrededor de 39 atracciones instaladas dentro del Parque O'Higgins en Santiago. En la mayoría de ellas es posible aplicar diferentes principios de la física, en particular, en el llamado *Xtreme fall*, se puede observar el comportamiento de un cuerpo en caída libre.

El *Xtreme fall* es un juego mecánico que entrega la emoción de precipitarse de manera abrupta desde la cima de una torre en caída libre. Cuenta con dos versiones, una estructura grande para los adultos y una versión más pequeña para los niños, y en ambas se puede experimentar una gran rapidez en caída libre.

La estructura para los adultos consiste en una torre de 35 metros que al ascender entrega una vista panorámica de la ciudad y que desciende en alrededor de 3 s, por lo que se puede experimentar una rapidez cercana a los 26 m/s, lo que equivale a unos 94 km/h de velocidad en caída libre.

¿Qué te parece que se pueda lograr este tipo de atracción a través del desarrollo de la ciencia y la tecnología? Argumenta.

---



---



---

¿Qué importancia tienen las medidas de seguridad que poseen estos juegos? Fundamenta.

---



---



---



➤ Fotografía del *Xtreme fall* en Fantasilandia.



## CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

### EL PARACAÍDAS en contra de las caídas

¿Cómo podemos retrasar la caída de los objetos? Seguramente, esta fue la pregunta que intentaron responder los científicos e inventores que elaboraron los primeros paracaídas que, como su nombre lo dice, están diseñados para frenar las caídas quizás, para cumplir el sueño más antiguo de la humanidad: volar. Pero, ¿cómo se desarrolló esta idea?

Se estima que los primeros intentos por confeccionar un paracaídas comenzaron en China, donde se construyó una especie de paraguas para realizar saltos de una torre. Pero no fue hasta el siglo XV cuando el pintor, escultor, matemático, científico, ingeniero, diseñador e inventor Leonardo da Vinci ideó un aparato que les sirviera a las personas para escapar de lo alto de un edificio que estuviera incendiándose. Para esto, diseñó un “paracaídas” de forma piramidal, como el que se muestra en la imagen. Aunque no se sabe si él probó este paracaídas, muchos consideran a Leonardo da Vinci como el “padre del paracaidismo”.

En el año 1616 el italiano Fausto de Veranzio publicó un libro llamado *Machinae Nova* (máquina nueva), en el cual aparecía un dibujo llamado “Homo Volans” (hombre volando), que mostraba a un hombre saltando de una torre con un paracaídas rectangular con cuatro líneas sujetas al cuerpo en forma de arnés, como se puede ver en este dibujo adjunto. Este paracaídas es muy similar al que se usa actualmente en el paracaidismo deportivo.

En 1779, el físico francés Sebastián Normand hizo una serie de estudios con paracaídas, efectuando lanzamientos con animales. Dada la cantidad de experimentos que realizó, se lo puede considerar como el primer constructor de paracaídas.

En 1785, Jean Pierre Blanchard, diseñó y construyó el primer paracaídas con cúpula de seda que se podía envasar. Hasta esa fecha, todos los paracaídas eran contruidos con un armazón que mantenía la cúpula abierta.

¿Qué opinas de la historia del paracaídas?, ¿qué te pareció más interesante?

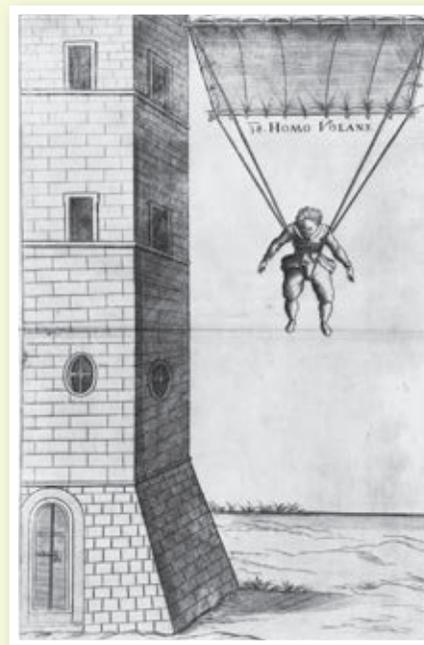
---



---



▲ Diseño de Leonardo da Vinci.



▲ Homo Volans.

### Inicio de la misión

En esta lección, tendrás la misión de **crear un paracaídas que permita frenar la caída de un huevo**. Para ello, reúne-te con dos o tres compañeros y confeccionen un modelo de paracaídas que les permita frenar la caída del huevo, desde un segundo piso, para que este no se quiebre al caer. Al finalizar la lección, podrán poner a prueba su prototipo, pero antes ¿cómo creen que esto sea posible?




---



---



---



---



---

## TEMA 1 → ¿Qué características posee la caída libre?

Si se sueltan un paquete de arroz de 1 kg y otro de 3 kg simultáneamente desde la misma altura, ¿qué pasará en su caída? ¿Llegarán al suelo al mismo tiempo?

En este tema, analizarás las características de la caída libre de los objetos. Para ello, manipularás herramientas tecnológicas que te permitan procesar evidencias para formular explicaciones científicas.

¿Qué tipo de movimiento se describe en la caída libre: MRU o MRUA? Argumenta.

---



---

### Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

### Actividad grupal

**Objetivo:** Comprender las características de la caída libre.

**Habilidad:** Describir las características de un suceso.

**Actitud:** Manipular responsablemente herramientas tecnológicas.

**Tiempo:** 15 minutos.



↑ Materiales de la actividad.

#### Reduce, Reutiliza, Recicla

¿Qué harán con los materiales luego de utilizarlos?, ¿por qué?

---



---



---

En grupos de tres integrantes, consigan dos hojas de papel con las mismas características, una pelota maciza pequeña (como una pelota de taca taca o una bolita de cristal) y un celular con cámara. Luego, realicen el siguiente procedimiento:

1. Uno de los integrantes del grupo, tome ambas hojas de papel y déjelas caer simultáneamente desde la misma altura, mientras que otro integrante graba la caída de las hojas.
2. Ahora, arruguen y formen una esfera con una de las hojas de papel. Dejen caer ambas hojas (una extendida y la otra arrugada) desde la misma altura y simultáneamente. Graben la caída de las hojas.
3. Arruguen la otra hoja de papel y suelten ambas esferas simultáneamente desde la misma altura. ¿Qué ocurre? Graben la caída de ambas esferas.
4. Finalmente, uno de ustedes tome la pelota maciza y una de las pelotas de papel y suéltelas simultáneamente desde la misma altura. Graben el movimiento descrito.
5. Observen las grabaciones de los 4 procedimientos y realicen un cuadro comparativo que describa las características del movimiento en cada caso.

Luego, respondan las siguientes preguntas:

- a. Revisen las respuestas entregadas en la páginas 18 y 19 y compárenlas con estos resultados. ¿Qué generó más curiosidad al revisar los resultados obtenidos?  
\_\_\_\_\_
- b. ¿Por qué caen los objetos cuando se sueltan? ¿La masa influye en la caída de los cuerpos? Argumenten.  
\_\_\_\_\_
- c. ¿Cómo definirían la caída libre?  
\_\_\_\_\_
- d. ¿De qué manera la implementación de la cámara les permitió procesar los resultados obtenidos?  
\_\_\_\_\_

Tal como pudiste experimentar en la actividad anterior, cuando los cuerpos caen debido a la acción exclusiva de la **fuerza de atracción gravitacional** experimentan una caída libre.

Para analizar el movimiento de caída de un cuerpo, observa la siguiente imagen y lee la información asociada a ella.



Cuando se deja caer un cuerpo desde una determinada altura ( $h_0$ ), su rapidez inicial es igual a cero ( $v_0 = 0$ ).

A medida que el cuerpo cae, su rapidez se incrementa de forma constante. Esta variación se debe a la acción de la fuerza de atracción gravitacional, que acelera los cuerpos a una razón de  $9,8 \text{ m/s}^2$ , es decir, por cada segundo que transcurre en la caída del cuerpo, su rapidez se incrementa en  $9,8 \text{ m/s}$ , siempre y cuando el roce con el aire sea despreciable. La **aceleración de gravedad** se designa con la letra  $g$  y su valor es aproximadamente constante, ya que depende del lugar de la Tierra donde nos encontremos.

Como la caída libre es un ejemplo de un MRUA, las ecuaciones de movimiento son las mismas pero en dirección vertical por lo que cambiamos el eje X por el eje Y.

### CONTEXTO HISTÓRICO

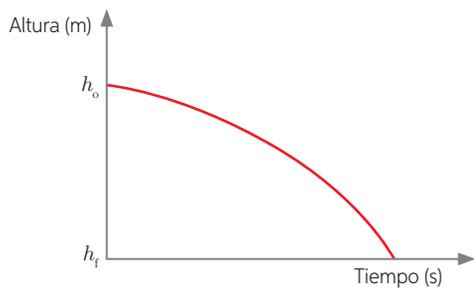
Fue Galileo Galilei uno de los primeros científicos que estudió de manera formal la caída de los cuerpos. Cuando Galileo realizó sus mediciones, no existían los cronómetros, por lo que, para calcular el tiempo, usó un recipiente con agua en el que dejaba caer de forma constante una gota. Este instrumento se denomina reloj de agua. Para conocer más de él puedes ir a las páginas 66 y 67.

#### Ecuaciones de movimiento

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

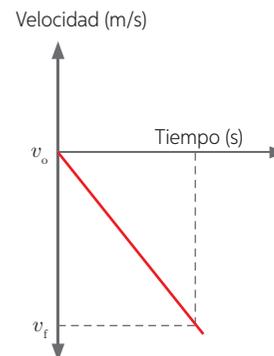
$$\vec{y}_f = \vec{y}_i + \vec{v}_i \cdot \Delta t + \frac{1}{2} \cdot \vec{g} \cdot \Delta t^2$$

#### Gráfico de altura en función del tiempo



En este gráfico, la altura de un cuerpo que cae libremente, disminuye a medida que transcurre el tiempo. Dicha variación no es constante, lo que se representa en el gráfico mediante una curva.

#### Gráfico de velocidad en función del tiempo



En este gráfico, la velocidad se incrementa desde cero. La recta se encuentra bajo el eje horizontal, debido a que, por el sentido del movimiento, la velocidad es negativa.

## Aprendiendo a analizar un experimento clásico: Galileo y la caída libre

**Habilidad:** Explicar los resultados de una investigación utilizando un lenguaje científico apropiado y pertinente.

**Actitud:** Usan tecnologías de la información y comunicación para expresar resultados y conclusiones

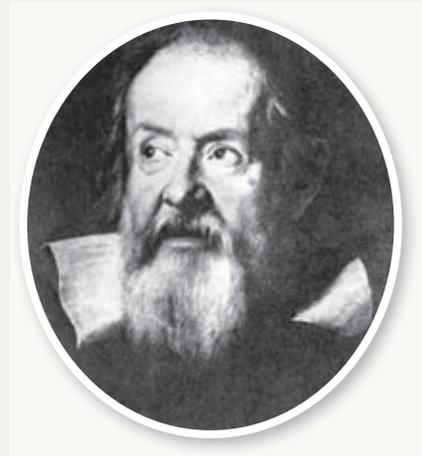
Reúnanse en grupos tres integrantes. Luego, lean y analicen el siguiente experimento:

### Situación problema

En la época de Galileo Galilei, aún persistía la idea propuesta por Aristóteles (casi 18 siglos antes) acerca de la caída de los cuerpos: "mientras más pesado es un cuerpo, más rápido cae".

Sin embargo, Galileo desestimó dicha afirmación, ya que observó que todos los cuerpos caen exactamente igual, siempre que no haya obstáculos en su movimiento. Con el fin de conocer en detalle el movimiento de caída de un cuerpo, realizó mediciones (de tiempo y posición) en la caída vertical. Sin embargo, se percató de que el movimiento era demasiado rápido y que sus resultados no eran exactos. Galileo resolvió este problema al hacer que el movimiento fuera más lento, por lo que, en lugar de dejar caer un objeto verticalmente, lo hizo rodar por un plano inclinado, asumiendo que, como en ambos casos la razón del movimiento era el peso del objeto, los dos movimientos debían ser del mismo tipo.

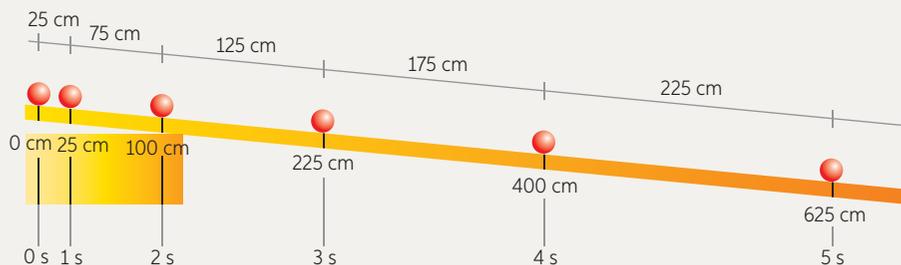
El problema de investigación de Galileo era determinar una relación matemática que diera cuenta de la caída de los cuerpos. Para ello diseñó el experimento que se describe a continuación.



### Procedimiento experimental



Galileo hizo rodar una bola de bronce por una rampa, cuya inclinación fue modificando. Luego, midió los tiempos en los que la bola alcanzaba determinadas posiciones.



Los valores señalados en la imagen corresponden a medidas simuladas.

Después de modificar la inclinación de la rampa y de realizar varias mediciones, encontró que ciertas relaciones se repetían, validando de este modo su experimento.

**Organización de los datos**

Como las unidades de medida actuales son diferentes a las usadas en el tiempo de Galileo, la tabla de resultados no contiene los valores originales, sino que es una simulación de algunos datos basados en la experiencia de Galileo.

Tiempo (s)	Posición (cm)
0	0
1	25
2	100
3	225
4	400
5	625

**Análisis e interpretación de evidencias**

a. Al analizar matemáticamente las variables, Galileo intentó conocer de qué manera se relacionaban. Completa la última columna de la tabla y descubre la relación que encontró Galileo.

$t =$ Tiempo (s)	$t^2 =$ Tiempo al cuadrado ( $s^2$ )	$x =$ Posición (cm)	$x/t^2$ ( $cm/s^2$ )
0	0	0	---
1	1	25	$25/1 = 25$
2	4	100	
3	9	225	
4	16	400	
5	25	625	

- b. ¿Cómo fue el valor obtenido para  $x/t^2$ ?, ¿qué se puede inferir de aquello?
- c. ¿Cuál es la importancia que le asignas a la obtención de evidencias en el proceso científico?
- d. ¿Qué importancia piensas que tienen investigaciones, como la realizada por Galileo, para la evolución del conocimiento? Argumenta.

**Elaboración de conclusiones**

e. ¿Qué conclusión se puede establecer a partir del experimento realizado por Galileo?

**Comunicación de los resultados**

Escojan una herramienta TIC para confeccionar un blog, utilizar una red social o la herramienta tecnológica que más les acomode, para presentar la investigación realizada por Galileo. Para ello, consideren secciones como título, resumen, introducción, materiales, métodos, resultados representativos, discusión de los resultados, conclusiones, argumentos y referencias, entre otras.

**Desarrollo de la misión**

Ahora que conocen las características de la caída libre, elaboren su prototipo de paracaídas y graben un video que muestre la caída del huevo. Midan el tiempo que tarda en caer. ¿Qué dificultades encontraron al momento de realizar esta misión?




---



---



---

## TEMA 2 → ¿Qué características posee el lanzamiento vertical?

La mayoría de nosotros, en algún momento, hemos lanzado un objeto, como una pelota en algún juego o deporte, un dado o incluso una moneda, pero ¿qué características tiene este tipo de movimiento?

En este tema, analizarás las características del lanzamiento vertical: hacia arriba y hacia abajo. Para ello, emplearás los aprendizajes adquiridos en las lecciones anteriores para formular explicaciones científicas a diversas situaciones cotidianas con la ayuda de herramientas tecnológicas.

¿Cómo debe ser la trayectoria que sigue un cuerpo lanzado verticalmente? Menciona un ejemplo.

---



---

### Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

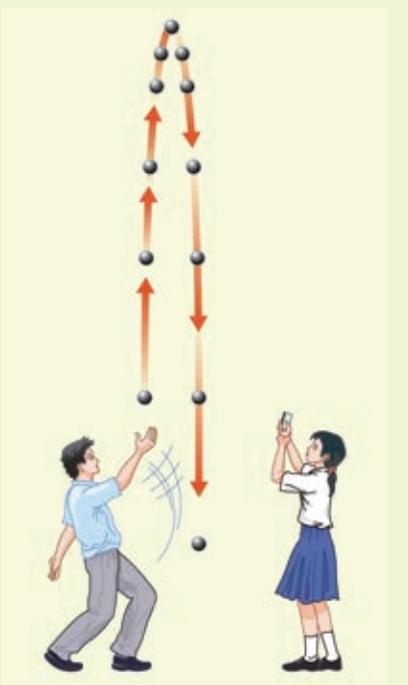
### Actividad grupal

**Objetivo:** Identificar las características del lanzamiento vertical.

**Habilidad:** Utilizar herramientas tecnológicas para analizar las características de un suceso.

**Actitud:** Manipular responsablemente herramientas tecnológicas.

**Tiempo:** 25 minutos.



Representación de la actividad.

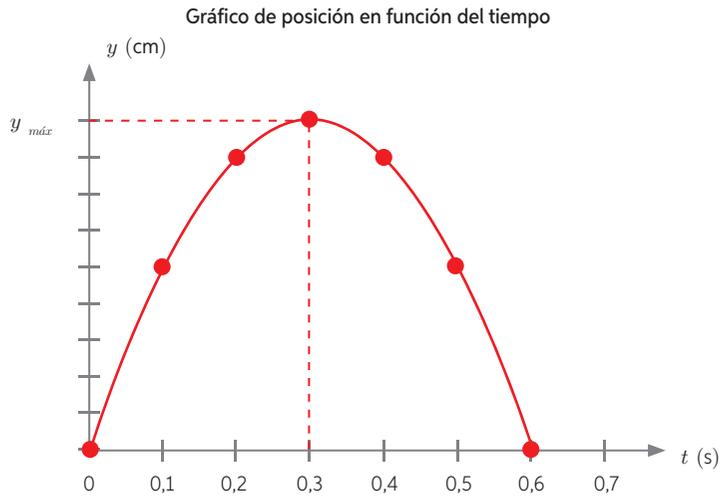
En parejas, consigan una pelota pequeña y un celular con cámara. Luego, salgan al patio del colegio y realicen la siguiente actividad:

1. Uno de ustedes lance la pelota de forma vertical hacia arriba, procurando que describa una trayectoria vertical.
2. El otro miembro del grupo, grabe el movimiento que describe la pelota cuando se lanza hacia arriba.
3. Repitan los pasos anteriores procurando cambiar la velocidad con que lanzan la pelota.
4. Analicen las características que describe el movimiento de la pelota en cada caso, reproduciendo el video las veces que consideren necesarias. Luego, respondan la siguientes preguntas:
  - a. ¿Qué ocurre con la velocidad de la pelota a medida que sube? Fundamenten.  
\_\_\_\_\_
  - b. ¿Qué ocurre con la velocidad de la pelota cuando comienza a bajar? Argumenten.  
\_\_\_\_\_
  - c. ¿Qué relación existe entre la velocidad inicial y la altura que alcanza la pelota?  
\_\_\_\_\_
  - d. ¿Qué tipo de movimiento se describe en el lanzamiento vertical: MRU o MRUA? Fundamenten.  
\_\_\_\_\_
  - e. ¿De qué manera el uso de la tecnología les permite analizar las características de los movimientos?  
\_\_\_\_\_

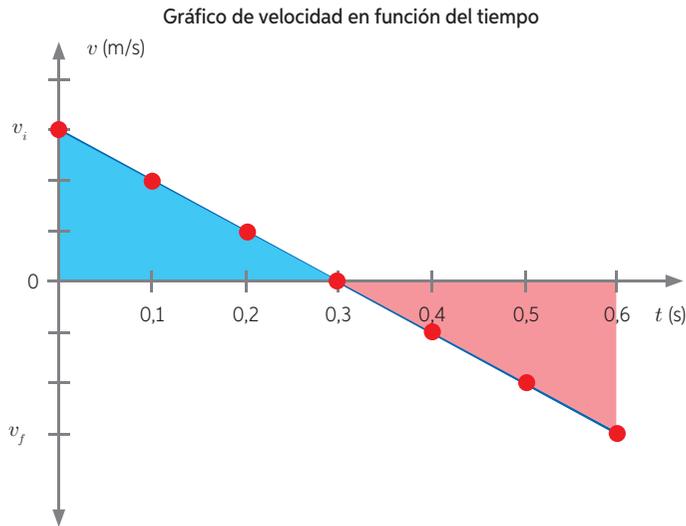
El lanzamiento vertical, ya sea hacia arriba o hacia abajo, se caracteriza por ser un **movimiento rectilíneo uniformemente acelerado**, que siempre posee una velocidad inicial distinta de cero, en el cual interactúa la aceleración de gravedad.

Para analizar el lanzamiento vertical de un cuerpo, observa la siguiente situación y analiza la información asociada a cada imagen.

Cuando se lanza verticalmente hacia arriba una moneda, podemos observar claramente que esta sube hasta llegar a su altura máxima y luego baja hasta volver a su posición inicial, lo cual se puede representar en el siguiente gráfico.



Pero, ¿qué ocurre con la velocidad durante el recorrido de la moneda? En este caso, la moneda comienza su movimiento con una velocidad inicial (positiva) que genera el movimiento hacia arriba. Producto de la acción de la gravedad, la moneda comienza a disminuir su velocidad hasta que se detiene en el punto más alto, instante en el que comienza a descender describiendo una caída libre, tal como se representa en el siguiente gráfico.



¿Qué representa el área entre la curva y el eje x de un gráfico de velocidad en función del tiempo?

---



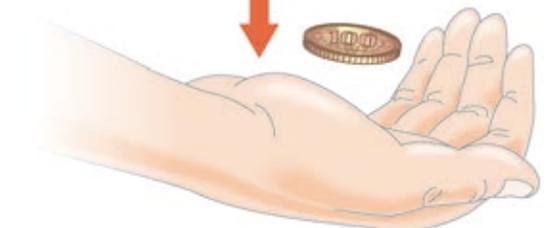
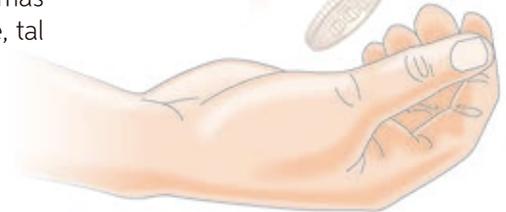
---

¿Cómo influye la aceleración de gravedad en el movimiento de la moneda?

---



---



## Desarrollo de estrategias

Aprendiendo a elaborar gráficos.

### Situación problema

En una prueba de balística, un grupo de investigadores desea determinar el tiempo que tarda un proyectil en impactar el suelo. Para ello, en su primera prueba lanzan la munición desde una altura de 140 m y con una velocidad inicial de -15 m/s. A partir de esta información, construye el gráfico de posición en función del tiempo del proyectil y determina el tiempo que tarda en llegar al suelo.

#### PASO 1 Identifico los datos

$$y_i = 140 \text{ m}$$

$$v_i = -15 \text{ m/s}$$

$$g = -10 \text{ m/s}^2$$

#### PASO 2 Construyo una tabla de valores

Para determinar la posición de la pelota en cada instante de tiempo, es necesario determinar la ecuación itinerario. En este caso:

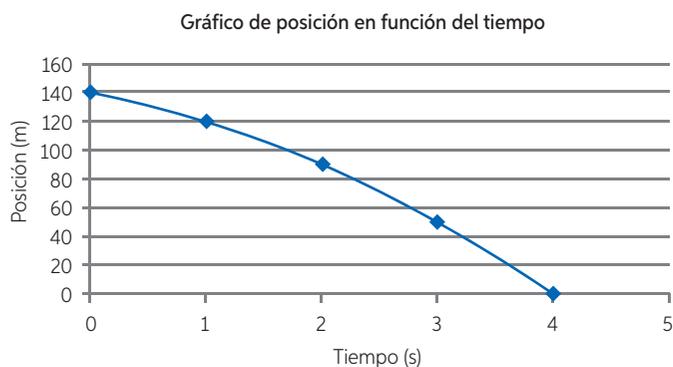
$$y = 140 - 15t - 5t^2$$

De esta manera, obtenemos los siguientes valores:

Tiempo (s)	0	1	2	3	4
Posición (m)	140	120	90	50	0

#### PASO 3 Construyo el gráfico

Para elaborar el gráfico, se debe construir un plano cartesiano, donde el eje x represente el tiempo y el eje y la posición de la pelota. Luego, se ubican los datos de la tabla de valores.



#### PASO 4 Escribo la respuesta

La pelota se demora 4 segundos en llegar al suelo.

#### PASO 5 Aplico lo aprendido

Construye el gráfico de velocidad en función del tiempo de la pelota de vóleybol. ¿Con qué velocidad impacta la pelota el suelo?

# CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

En la actualidad, existen diversos deportes extremos cuya práctica de alto riesgo involucra la caída de los cuerpos con el propósito de generar sensaciones y emociones que producen adrenalina. Entre estas prácticas encontramos el paracaidismo o el *wingsuit*.



¿Qué medidas de seguridad consideras que hay que tener en cuenta para practicar estos deportes?

---



---



---

¿De qué manera el estudio de los movimientos ha permitido el desarrollo de nuevas tecnologías?

---



---



---



## Cierre de la misión

Al comienzo de la lección te planteamos confeccionar un paracaídas para que un huevo descendiera sin quebrarse. ¿Cumpliste la misión? ¿Qué ocurrió? ¿Cuánto tiempo tardó en caer el huevo?

¿De qué manera el uso de las herramientas tecnológicas te permitió analizar el trabajo realizado?

¿Esta misión se incluirá en el proyecto del texto?  
Fundamenta en la página 12.

---



---



---

## Reflexiono sobre lo que aprendí

Lee y comenta las siguientes preguntas con tus compañeros y compañeras para conocer si alcanzaste el propósito de la lección.

Contenido	Habilidades/Estrategias	Actitudes
<p>¿Consideras que podrías aplicar las ecuaciones del movimiento para describir cualquier situación cotidiana? Fundamenta.</p> <p>¿Qué característica(s) de la aceleración de gravedad aprendiste en esta lección?</p>	<p>¿Qué estrategias utilizaste para interpretar y confeccionar gráficos?</p> <p>¿De qué manera las habilidades científicas se pueden potenciar con el uso de la tecnología?</p>	<p>¿Cómo el uso de las TIC permite expresar ideas, resultados o conclusiones?</p> <p>¿Crees que las nuevas tecnologías contribuyen a la construcción de nuevos conocimientos o al perfeccionamiento de los ya existentes?</p>

Interpreta

1 En un libro de física, Mariana encuentra los siguientes gráficos:



Describe el movimiento que se representa en cada uno de ellos, identificando, además, el tipo de movimiento y sus características.

Aplica

2 Para un proyecto de una feria científica de su escuela, Cristian está diseñando el modelo de un cohete a propulsión hidráulica que se eleve verticalmente. Para ello, desea saber cuál debe ser su velocidad inicial de modo que alcance una altura determinada.

- ¿Qué modelo matemático debería emplear Cristian? Fundamenta.
- Si la altura mínima que desea que alcance su cohete es de 45 metros, ¿cuál debe ser su velocidad inicial?
- Construye los gráficos de posición y velocidad en función del tiempo para el cohete cuando alcanza una altura de 45 metros.

Posición inicial	Velocidad media



Aplica

2 Susana deja caer una pelota desde cierta altura. Si sabe que esta tarda exactamente 1,5 s en llegar al suelo, ¿cuál será su velocidad al momento de impactar sobre él?

Evalúa

3 A un estudiante se le cae la goma al piso desde una mesa de 1 metro de alto. Al darse cuenta de esta situación, afirma que si la goma hubiera caído desde la mitad de la altura (0,5 m), entonces esta tardaría la mitad del tiempo en caer. ¿Es correcta esta afirmación? Argumenta.

**Aplica**

**4** Javiera vive en un edificio que posee un ducto para la basura (*shaft* de basura) y cada vez que deja caer una bolsa, cuenta los segundos que esta tarda en impactar el suelo, con el objetivo de determinar a la altura en que se encuentra. A partir de esta información ¿qué método le puedes proponer a Javiera para que determine la altura?, ¿qué variables debe considerar?

---



---



---



**Sintetiza**

**5** Completa la siguiente tabla representando los graficos de posición, velocidad y aceleración de la caída libre y del lanzamiento vertical.

Caída libre			Lanzamiento vertical		

**¿Cómo voy?**

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con  el nivel de desempeño correspondiente. Si es necesario, pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítem	Habilidad	Nivel de desempeño
Utilicé los distintos parámetros que describen los movimientos verticales.	1, 2 y 3	Interpretar y aplicar.	<input type="checkbox"/> L: Tres ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: Dos ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: Uno o ningún ítem correcto.
Examiné diversas situaciones que describen un movimiento vertical y su representación gráfica.	4 y 5	Evaluar y sintetizar.	<input type="checkbox"/> L: Dos ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: Un ítem correcto. <input type="checkbox"/> PL: Ningún ítem correcto.

L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr.

**Reflexiono sobre mi desempeño**

Según tu apreciación (1: en desacuerdo; 2: ni de acuerdo ni en desacuerdo; 3: de acuerdo), marca con  las siguientes afirmaciones:

	1	2	3
He descrito correctamente los sucesos relacionados con los movimientos verticales.			
He aplicado nuevas estrategias para afrontar los nuevos desafíos.			
He trabajado responsablemente en las actividades propuestas.			

## ¿Cómo ha evolucionado el reloj a lo largo de la historia?

Cuando hablamos de movimiento, nos referimos a un cambio de lugar o de posición de un cuerpo a lo largo del tiempo y respecto del un sistema de referencia. En todo momento, se entendía que la medición del tiempo se hacía mediante un reloj o cronómetro. Sin embargo, en la Antigüedad los científicos no contaban con estos instrumentos.

Te invitamos a leer la siguiente información que te ayudará a conocer cómo se ha realizado la medición del tiempo a lo largo de la historia.

### Reloj de Sol (Siglo XXX a. de C.)

El reloj de Sol, también llamado cuadrante, fue creado en el antiguo Egipto y perfeccionado por los griegos. Está compuesto de una varilla que produce sombra sobre una superficie plana. La proyección de la sombra marca la posición del Sol en un determinado momento, y así se puede tener una idea bastante aproximada de la hora.



### Reloj de arena (Siglo XVI)

Este reloj posee dos recipientes de cristal unidos por un estrecho canal por donde pasa lentamente la arena. Debido a su mecanismo, no es posible medir lapsos de tiempo prolongados.



### Reloj despertador (Siglo XVIII)

En el 1787, Levi Hutchins añadió una campanilla a su reloj, la cual se activaba cuando llegaba a una hora determinada, dando origen al reloj despertador.



¿Utilizas algún reloj despertador?, ¿cuál?

---

---

---

### Reloj de agua (Siglo XV a. de C.)

También denominado clepsidra, diseñado con el objetivo de saber la hora durante la noche o los días nublados. Constaba de dos recipientes: a partir de la regularidad con que ascendía el nivel de agua dentro de uno de los recipientes se podía medir el transcurso del tiempo. Este mecanismo le permitió a Galileo Galilei (1564–1585) registrar el tiempo de caída de un objeto en un plano inclinado.

### Reloj mecánico (Siglo XVII)

Este reloj está compuesto por una varilla metálica con un adorno en su parte inferior que, con sus oscilaciones, regula el movimiento.

¿Recuerdas qué conclusiones obtuvo en esa experiencia?

---

---

---

### Reloj de pulsera (Siglo XIX)

El reloj de pulsera se creó para ser usado en aviación, debido a que los pilotos de las aeronaves utilizaban un reloj de bolsillo atado a sus piernas o brazos para medir el tiempo de vuelo y realizar ciertos cálculos. En 1910 este invento comenzó a venderse entre el público en general. Así nació el primer cronómetro de mano o reloj pulsera, tal como los conocemos hoy.



### Reloj atómico (Siglo XX)

En 1955, en el Laboratorio Nacional de Física (Reino Unido), se construyó el primer reloj atómico exacto, el más preciso del mundo. Funciona con átomos que oscilan de forma natural a una determinada frecuencia (expresada en hertz).

¿Cuál habrá sido el propósito de crear un reloj atómico?

---



---



---

### Reloj digital (Siglo XX)

Un fabricante de relojes suizo creó y fabricó un modelo de reloj mecánico-digital en 1956 tras descubrir la posibilidad de transferir las vibraciones regulares del cristal de cuarzo a las manecillas del reloj. Su difusión crece a mediados del siglo XX gracias a los avances de la informática. Este tipo de reloj permite establecer con enorme precisión las centésimas y las milésimas de segundos.



### Reloj inteligente (Siglo XXI)

También conocidos como "smartwatch", funcionan de manera similar a un teléfono inteligente, incluso su funcionalidad se compara con las computadoras modernas.



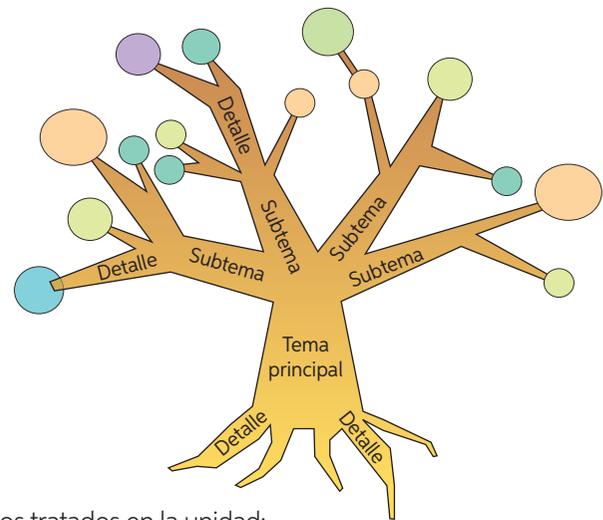
#### Trabaja con la información

- 1 ¿Qué opinas sobre las contribuciones realizadas para la creación del reloj?
- 2 ¿Cuáles son los beneficios de disponer de un instrumento como el reloj? Fundamenta.
- 3 ¿Crees que se sigan realizando investigaciones científicas acerca de los relojes? Fundamenta.
- 4 ¿Te diste cuenta de que los personajes mencionados son todos hombres?, ¿qué piensas que ocurre con el aporte de las mujeres en esta área?

## Utilizando un ÁRBOL GRÁFICO para ordenar los aprendizajes

El árbol gráfico es un organizador que se utiliza para ordenar los contenidos y sus detalles a partir de un tema principal. En este organizador, se escribe el tema principal en el tronco del árbol y los subtemas y detalles en las ramas, tal como se muestra en la figura.

A continuación, te invitamos a conocer los pasos para construir un árbol gráfico que te servirá como una entretenida estrategia de estudio.



### 1 Definir el tema principal

PASO

Define el concepto central que engloba todos los contenidos tratados en la unidad:

---



---

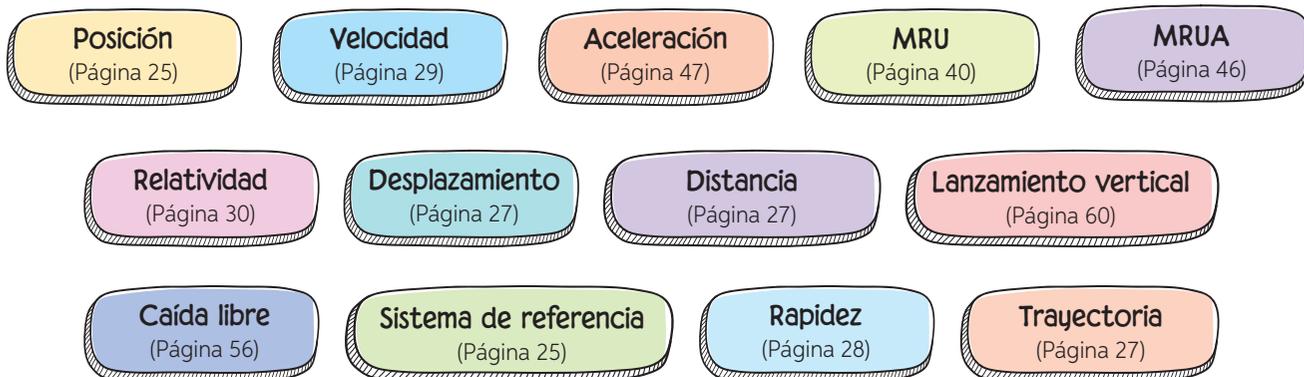


---

### 2 Identificar los subtemas

PASO

Pueden ser conceptos, definiciones, características, expresiones matemáticas o lo que te parezca apropiado según el contexto. En este caso, los subtemas se ubican en las ramas del árbol y pueden ser:



### 3 Relacionar los subtemas con ciertos detalles de manera gráfica

PASO

Para concluir con la construcción del árbol, incluye esquemas, gráficos o detalles que te permitan relacionar los subtemas con los **contenidos**, **habilidades** y **actitudes** presentes en la unidad. Por ejemplo, si el subtema es la función itinerario, podemos incluir una hoja del árbol en la cual aparezca la función que permite determinar la posición de un cuerpo que se mueve con aceleración constante y, además, el gráfico de posición en función del tiempo.

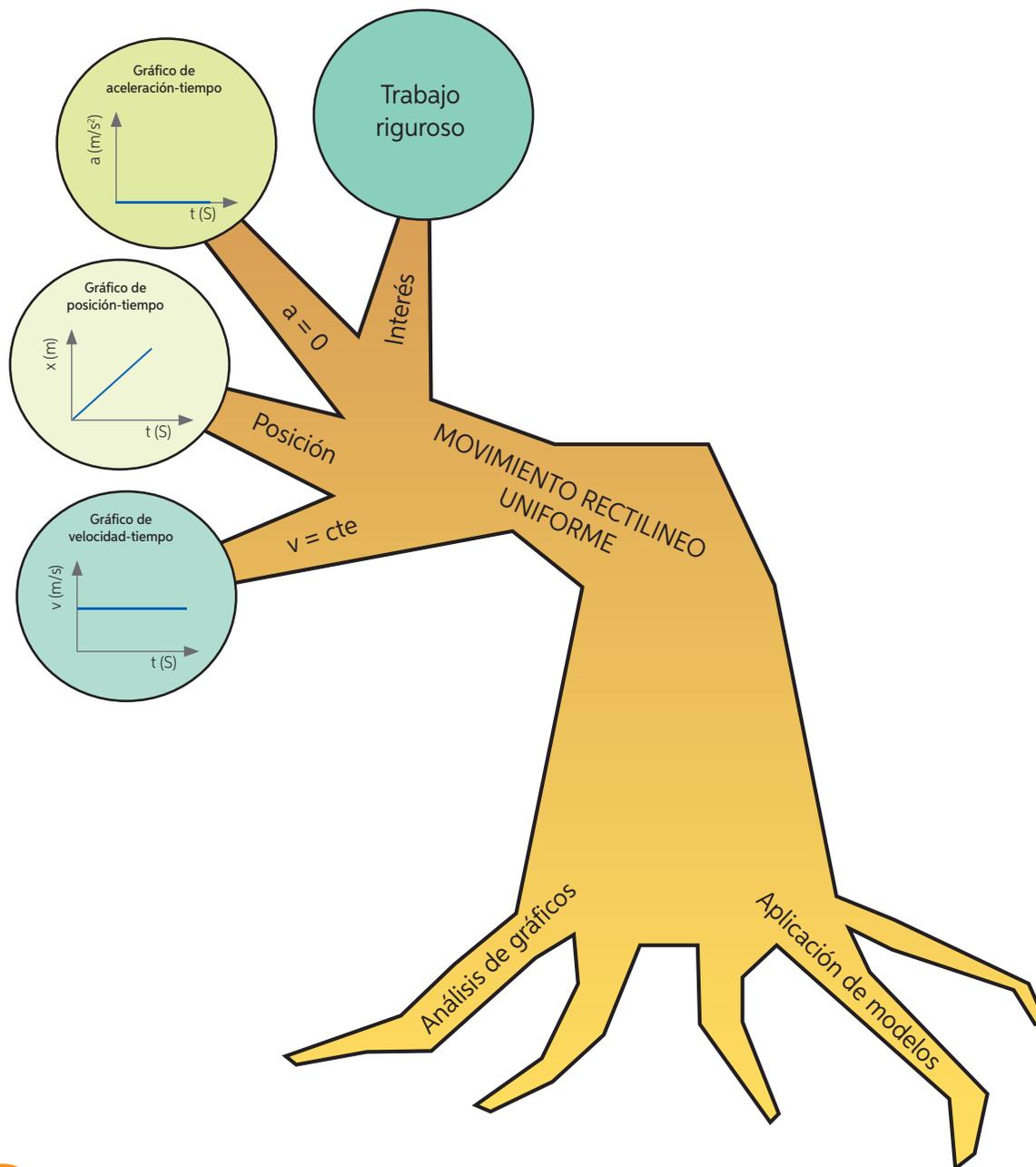
PASO

4

**Construye el árbol gráfico**

Completa el siguiente árbol gráfico representando los aprendizajes adquiridos en la unidad. Puedes incorporar más ramas si lo consideras necesario y ten presente que:

- ✓ El tema principal se ubica en el tronco del árbol.
- ✓ En las ramas del árbol deberán ir los subtemas o contenidos relevantes.
- ✓ En las hojas y las raíces del árbol se detallan los subtemas por medio de esquemas o gráficos.



PASO

5

**Reflexiona**

- ✓ ¿Por qué es importante mantener un orden para elaborar un árbol gráfico?
- ✓ ¿Qué herramienta tecnológica implementarías para confeccionar un árbol gráfico?
- ✓ ¿En qué situaciones te sería útil emplear este organizador gráfico?

# Evaluación final

Para que conozcas cómo va tu proceso de aprendizaje, te invitamos a realizar las siguientes actividades.

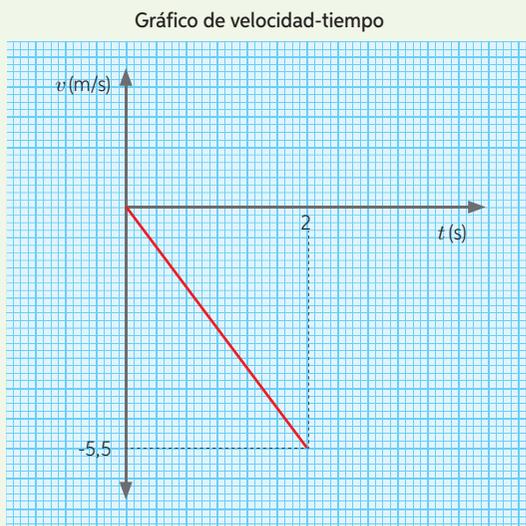
- 1 Para profundizar los conceptos estudiados en clases de Física, Loreto y Maximiliano decidieron analizar el movimiento de un cuerpo que se desliza por un plano inclinado, tal como se representa en la siguiente imagen:



Para ello, ubicaron un bloque de 1,5 kg de masa sobre una superficie de madera. Ambos observaron que este comenzó a deslizarse en línea recta sobre la superficie, con una rapidez que aumentaba paulatinamente.

### Explica

- a. ¿Qué tipo de movimiento experimenta el bloque MRU o MRUA?
  - b. Menciona aquellos conceptos estudiados en la unidad y que se encuentran asociados a la experiencia realizada por Loreto y Maximiliano.
- 2 De la experiencia anterior, Loreto y Maximiliano construyeron el siguiente gráfico de velocidad en función del tiempo:



### Analiza

- a. ¿Por qué la pendiente de la recta es negativa?
- b. ¿Cómo debería ser el gráfico aceleración-tiempo? Haz un bosquejo.

**Aplica**

- c. ¿Cuál es el módulo de la aceleración del bloque?
- d. Considerando los valores del gráfico, ¿qué distancia recorre el bloque entre los 0 y los 2 s?

**Evalúa**

- e. ¿Qué variable(s) debería(n) modificar Loreto y Maximiliano para que el bloque se mantenga inmóvil? Explica.
- f. Si se utilizara un bloque del mismo material pero de mayor masa, ¿qué variable(s) se vería(n) afectada(s) al realizar nuevamente el experimento?

**Aplica**

- 3** Un ciclista que se encuentra detenido en la luz roja de un semáforo, se pone en movimiento al cambiar la luz a verde. A continuación sigue una trayectoria rectilínea y tarda 10 s en alcanzar una velocidad de 8 m/s. A partir de esta información:
- a. Determina la aceleración media del ciclista durante los 10 s de movimiento.
  - b. Calcula la distancia que recorre el ciclista en los 10 s que acelera.
  - c. Si después de los primeros 10 s el ciclista continúa moviéndose con velocidad constante, ¿qué distancia recorre en los siguientes 20 s?
  - d. ¿Cuál es la distancia total que recorrió en los 30 s de los cuales hay información?
  - e. Construye el gráfico de velocidad en función del tiempo del movimiento descrito por el ciclista durante los 30 s.

Gráfico de velocidad en función del tiempo

- f. ¿Qué estrategias empleaste para confeccionar el gráfico?

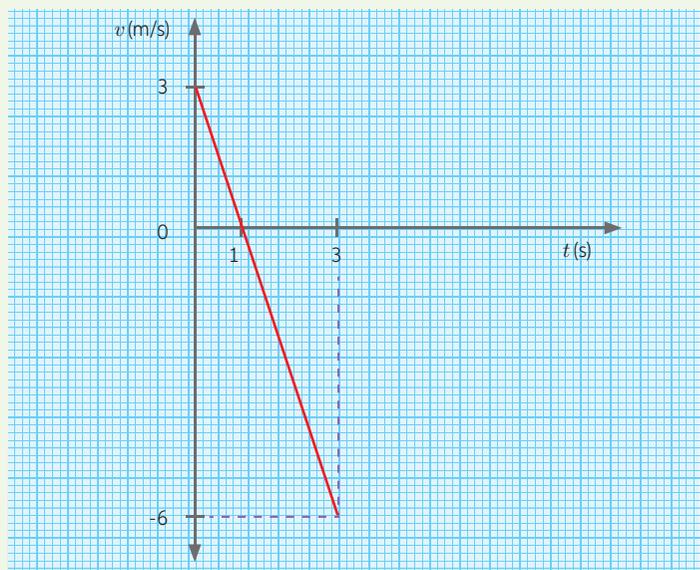
**Aplica**

- 4** Un transbordador de autos se desplaza de forma rectilínea sobre el agua calma a 20 km/h. Desde la parte trasera del transbordador una persona camina, con una rapidez de 2 km/h respecto del vehículo, en dirección contrario a la del movimiento del transbordador para hacerle una pregunta al capitán.
- a. ¿Cuál es la rapidez de la persona respecto del agua?
  - b. ¿Cuál es la rapidez del agua respecto de la persona?
  - c. ¿Cuál es la rapidez del transfer respecto a la persona?

## Analiza

- 5 Un astronauta que se encuentra parado en un acantilado de un satélite natural lanza verticalmente hacia arriba un objeto. El gráfico de dicho movimiento se representa a continuación:

Gráfico de velocidad-tiempo



A partir de la información contenida en el gráfico, responde:

- ¿Con qué rapidez salió el objeto de la mano del astronauta?
- ¿En qué instante el objeto alcanzó la altura máxima?
- ¿Qué distancia recorrió el objeto en los 3 s?
- ¿Cuál fue el desplazamiento del objeto durante los 3 s?
- ¿Qué herramienta tecnológica utilizarías para elaborar gráficos?

## Aplica

- 6 Carolina se mueve en su patineta en línea recta hacia la derecha y sin cambiar su rapidez, alcanzando a recorrer 10 m en 8 s. A partir de esto, responde:
- ¿Qué tipo de movimiento describe Carolina? Justifica.
  - ¿Cuál es la rapidez media de Carolina? ¿Cuál es su velocidad media?, ¿en qué se diferencian ambas?
  - ¿Cuál es su ecuación itinerario si parte moviéndose a 7 metros del inicio del sistema coordenado?
  - ¿En qué posición se encontrará a los 24 segundos si continúa moviéndose de la misma manera?
  - ¿Qué medidas de seguridad debe considerar Carolina para utilizar la patineta?

## Aplica

- 7 Un jugador de vóleybol golpea una pelota verticalmente hacia arriba y logra transmitirle una velocidad inicial de 30 m/s. Con esta información, completa la siguiente tabla y luego responde las preguntas asociadas.

$y_i$	$y_{máx}$	$v_i$	$g$	$t_{subida}$

- ¿Cuál es la ecuación itinerario de la pelota?
- ¿En qué instante de tiempo la pelota alcanza su altura máxima?
- ¿Cómo son los gráficos de posición y velocidad en función del tiempo? Constrúyelos en tu cuaderno.

## Relaciona lo aprendido con Artes Visuales

La persistencia de la memoria, también conocida como “Los relojes blandos” o “Los relojes derretidos” es un famoso cuadro del pintor español Salvador Dalí pintado en 1931. ¿Qué crees que quiso representar el artista con los relojes derretidos? Elabora una hipótesis considerando todo lo que aprendiste sobre el movimiento y la medición del tiempo.

---



---



---



---



---



---



---



### ¿Cómo me fue?

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con  el nivel de desempeño correspondiente. Pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítem	Habilidad	Nivel de desempeño
Identifiqué los parámetros asociados al movimiento y apliqué las relaciones matemáticas que lo describen.	2 (c y d), 3, 4, 5, 6 y 7	Analizar y aplicar.	<input type="checkbox"/> L: Cinco o seis ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: Tres o cuatro ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: Menos de tres ítems correctos.
Analicé las características de los movimientos en situaciones cotidianas.	1 y 2 (a, b, e y f)	Explicar y evaluar.	<input type="checkbox"/> L: Dos ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: Un ítem correcto. <input type="checkbox"/> PL: Ningún ítem correcto.

L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr.

### Reflexiono sobre lo que aprendí

¿Recuerdas las metas y estrategias planteadas al inicio de la unidad? Si no las recuerdas, vuelve a revisar las páginas 20 y 21. Luego, reflexiona en torno a las siguientes preguntas.

¿Por qué es importante analizar las características de los movimientos?	¿Cómo desarrollaste la estrategia planteada al inicio de la unidad para el logro de tus metas?	¿De qué manera lograste valorar el conocimiento científico?

UNIDAD

# 2

# FUERZAS

## ¿Qué efectos provocan las fuerzas sobre los cuerpos?

¿Cuál de los deportistas tendrá más fuerza?

Yo recuerdo que el profesor de física decía que la fuerza no se tiene.

Entonces, si la fuerza no se tiene ¿cómo pueden levantar esas pesas?



● Actividad individual

**1** Si pudieras participar de la conversación, ¿qué aportes realizarías?

---



---



---

**2** ¿Por qué crees que el profesor de Ana dice que la fuerza “no se tiene”?

---



---



---

## ¿CÓMO PODEMOS IDENTIFICAR LAS FUERZAS?

Para reconocer las características de las fuerzas y sus efectos, responde las siguientes preguntas a partir de la situación que se muestra en la ilustración.

¿Qué debió hacer la jugadora para saltar?

---

---

---

¿Qué hay que hacer para que la pelota se mueva?

---

---

---

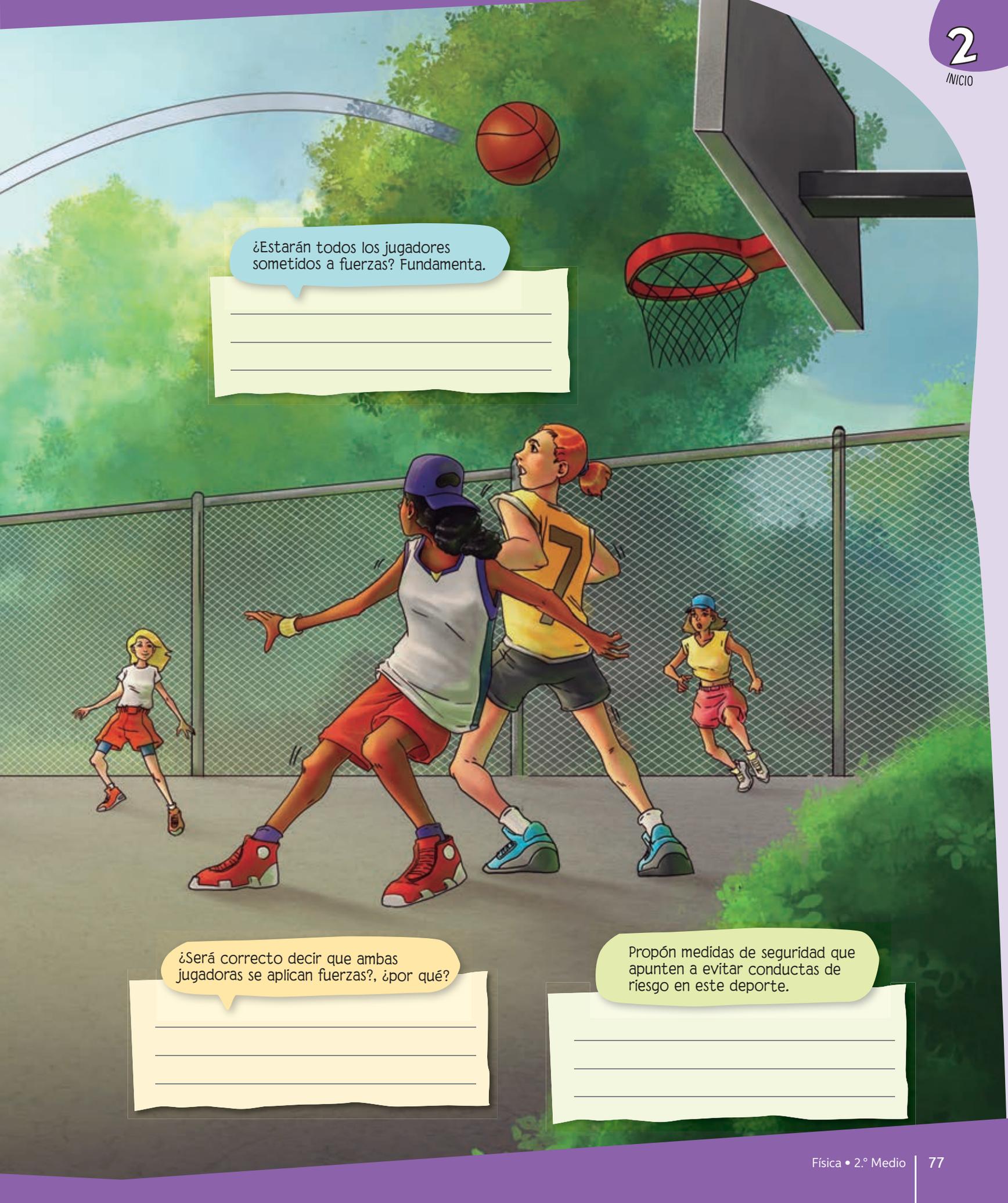
¿Qué permite que la pelota describa una trayectoria parabólica?

---

---

---





¿Estarán todos los jugadores sometidos a fuerzas? Fundamenta.

---

---

---

¿Será correcto decir que ambas jugadoras se aplican fuerzas?, ¿por qué?

---

---

---

Propón medidas de seguridad que apunten a evitar conductas de riesgo en este deporte.

---

---

---

## ¿Qué aprenderás y descubrirás en la unidad?

Te presentamos las principales metas, estrategias y propósitos de la unidad. Luego, propón las metas que te gustaría lograr, las estrategias que emplearías para alcanzarlas y el propósito de estas.

Metas	¿Cómo alcanzarlas?	¿Para qué alcanzarlas?
Comprender los efectos que tiene una fuerza neta sobre un objeto, utilizando un diagrama de cuerpo libre.	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Realizando actividades prácticas.</li><li>✓ Aplicando modelos.</li><li>✓ Desarrollando procesos científicos.</li><li>✓ Trabajando con precisión.</li><li>✓ Realizando diagramas.</li><li>✓ Diseñando afiches.</li></ul>	Para perseverar en el trabajo personal, entendiendo que los logros se obtienen por medio de un trabajo riguroso y preciso.
Explicar situaciones cotidianas por medio de las leyes de Newton.	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Realizando actividades prácticas.</li><li>✓ Aplicando modelos.</li><li>✓ Valorando los aportes científicos.</li><li>✓ Proponiendo medidas de seguridad.</li><li>✓ Escribiendo la letra de una canción.</li></ul>	Para entender que los seres humanos hemos intentado comprender el mundo, considerando las implicancias éticas de los avances científicos y tecnológicos.
Propón tus propias metas para esta unidad. _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	Establece las estrategias que usarás para el logro de tus metas. ✓ _____ ✓ _____ ✓ _____ ✓ _____ ✓ _____ ✓ _____ ✓ _____ ✓ _____ ✓ _____ ✓ _____	Identifica el propósito de tus metas. _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____

**¿Cómo te gustaría protagonizar tu propio aprendizaje?**

En esta unidad aprenderás las características de las fuerzas y sus efectos, pero ¿qué te gustaría aprender sobre ellas?  
¿Existen situaciones, en las que interactúan las fuerzas, que te parezcan interesantes y te gustaría comprender?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

En la unidad anterior aplicaste modelos, interpretaste gráficos sintetizaste contenidos, entre otros acciones. ¿Qué estrategia(s) te gustaría seguir utilizando?, ¿por qué?  
¿De qué manera, el uso de estrategias te permite comprender mejor los nuevos aprendizajes?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Qué valor tienen los aportes de hombres y mujeres al conocimiento científico?, ¿consideras que estos permiten comprender mejor el mundo que nos rodea?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**¿Cómo lograr mis metas?**

Para que puedas alcanzar tus metas y puedas adquirir los aprendizajes que se trabajarán es esta unidad, te proponemos la estrategia de escribir un glosario temático. Para ello, solicita la ayuda de tu profesor o profesora de Lengua y Literatura para definir, en tres pasos, cómo desarrollarás esta estrategia.

**ESTRATEGIA**

**Escribir un glosario temático**

**PASO 1**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**PASO 2**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**PASO 3**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# Comprendiendo las fuerzas y sus efectos

## Propósito de la lección

Las fuerzas están presentes en todas las acciones que realizamos a diario, como cuando pateamos una pelota, aplastamos una lata o empujamos una puerta para abrirla. Ahora bien, ¿qué es una fuerza?, ¿y qué efectos provoca?

En esta lección, aprenderás sobre las ca-

racterísticas generales de las fuerzas y sus efectos, como resultado de su aparición por la interacción entre dos o más cuerpos. Para ello, deberás realizar actividades que te permitirán comprender que los logros personales se obtienen realizando un trabajo riguroso, preciso y ordenado.

## CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD



### La FUERZA de atracción de los agujeros negros

Desde que se sabe que en el universo existen los agujeros negros y que uno de ellos está localizado en el centro de nuestra galaxia, ha sido de gran interés estudiarlos. Ahora bien, ¿qué son los agujeros negros? Un agujero negro es un objeto con una enorme masa concentrada en un lugar pequeño, que posee una fuerza de gravedad muy elevada.

¿Cómo es posible estudiar los agujeros negros? El doctor en Astronomía Ezequiel Treister, académico del Departamento de Astronomía de la Universidad de Concepción, señala que estos cuerpos no se pueden observar directamente, sino que solo es posible ver sus constituyentes, y/o los efectos gravitacionales que producen, por medio de telescopios especializados. Haciendo uso de estos instrumentos, el doctor Treister y su equipo han realizado investigaciones relacionadas con el crecimiento de los agujeros negros súper masivos, es decir, de masas muy grandes, y la relación de estos con la formación y evolución de las galaxias.

Fuente: <http://www.explora.cl>  
(Adaptación)

¿Sabes qué es la fuerza gravitacional? ¿Qué importancia tendrá el estudio de los agujeros negros? ¿Qué efectos crees que puede provocar la elevada fuerza gravitacional que posee un agujero negro?

---



---



---



---





Ciencia al día

## “Levantamiento de pesas” en la NATURALEZA

Las hormigas corresponden a una familia de insectos sociales que aparecieron en la Tierra a mediados del período cretácico. Son uno de los grupos de más éxito en el planeta, prosperando en la mayor parte de los ecosistemas terrestres. Se estima que hay entre mil y diez mil billones de hormigas en la Tierra, correspondiendo, aproximadamente, al 15 % de la biomasa de los animales terrestres. Este insecto ha colonizado la mayoría de los ambientes terrestres: los únicos lugares que no poseen hormigas (originarias) son la Antártica y algunas islas.

Existen muchas curiosidades respecto de las hormigas. Una de ellas es que algunas especies pueden levantar cerca de 50 veces su propio peso y hasta 30 veces su volumen. Es decir, en relación con su masa y volumen, tienen una gran capacidad para ejercer fuerza.

Si un ser humano de 70 kg tuviera la misma capacidad para ejercer fuerza, podría levantar una masa de tres toneladas y media, equivalente a tres automóviles pequeños. Esto convierte a las hormigas en las campeonas olímpicas del levantamiento de pesas en la naturaleza.

¿Qué crees que pasaría si los humanos tuviéramos la capacidad de ejercer tanta fuerza como las hormigas? Si tuvieras esta capacidad, ¿cómo la utilizarías?, ¿por qué?

---



---



---



### Inicio de la misión

Si constantemente estamos sometidos a muchas fuerzas, ¿imaginas cómo sería la vida si no existieran? Para hacerte una idea, observa el video de la Estación Espacial Internacional que se encuentra en tu aula digital. Para ello ingresa el siguiente código [18TF2M081a](#) e identifica las características de la situación que se muestra.

En esta lección, tendrás la misión de **confeccionar un creativo afiche que muestre un caso hipotético que simule lo que ocurriría si no existieran las fuerzas**. Para ello, solicita la ayuda de tu profesor o profesora de Artes Visuales y en conjunto con tu equipo de trabajo planifica el desarrollo de esta misión. Al finalizar el estudio de las fuerzas y sus efectos, expondrás tu afiche al curso.




---



---



---



---



---



---



---



---

## TEMA 1 → Características generales de las fuerzas

¡Qué la fuerza te acompañe! Es una frase que se hizo popular en las películas de ciencia ficción de *Star Wars*, pero ¿es posible que las fuerzas nos acompañen?, ¿llevamos, acaso, una fuerza con nosotros? Para responder preguntas como esta, en este tema, conocerás las características generales de las fuerzas y sus efectos sobre los cuerpos. Para ello, realizarás diversas actividades que te permitirán trabajar de forma ordenada y rigurosa.

¿A qué crees que hace referencia la frase “que la fuerza te acompañe”? ¿cómo definirías el concepto de fuerza?

---



---



---

### Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

### Actividad grupal

**Objetivo:** Reconocer y registrar aprendizajes previos.

**Habilidad:** Analizar y relacionar las características de un suceso.

**Actitud:** Manipular materiales en forma precisa, ordenada y segura.

**Tiempo:** 15 minutos.



↑ Imágenes del procedimiento de la actividad.

En parejas, consigan una barrita de plastilina y un elástico (de pelo o de billete). Luego, realicen el siguiente procedimiento:

1. Cada uno de ustedes deberá tomar uno de los ingredientes y manipularlo: estiren y suelten el elástico de billete y amasen la plastilina, por ejemplo. Analicen lo que ocurre con cada uno de los materiales.
2. Luego, intercambien los materiales y vuelvan a manipularlos como estimen conveniente. Comparen los resultados obtenidos con ambos materiales. Registren diferencias y similitudes.

Finalmente, respondan las siguientes preguntas:

- a. ¿Qué efectos reconocieron al manipular el elástico?, ¿qué características tiene este material?

---



---

- b. ¿Qué ocurre al manipular la plastilina?, ¿qué características posee este material?

---



---

- c. ¿Qué hicieron para manipular cada material?, ¿aplicaron una fuerza? Fundamenten.

---



---

- d. ¿De qué manera realizaron el procedimiento para el análisis de las evidencias?

---



---

- e. Si hubieran manipulado una pelota de goma, ¿qué resultados habrían obtenido?

---

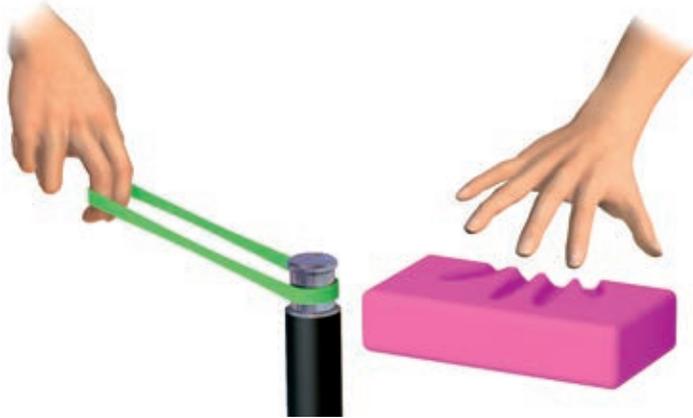


---

Seguramente notaste en la actividad anterior que, para manipular el elástico o la plastilina, debiste aplicar una fuerza que provocó la deformación (parcial o total) de cada uno de los materiales. Pero, ¿qué es una fuerza?, ¿y qué efectos provoca?

La fuerza es la manifestación de una **interacción o acción mutua entre dos o más cuerpos**. Esta no es una propiedad intrínseca de ellos, ya que un cuerpo no posee fuerza por sí solo. Generalmente, reconocemos una determinada fuerza por los efectos que puede ocasionar, como veremos a continuación.

**Cambios en la forma**



^ Deformación no permanente.    ^ Deformación permanente.

Los cambios en la forma de un cuerpo originados por una fuerza pueden ser clasificados en **no permanentes**, si la forma del objeto vuelve a su estado original cuando la fuerza deja de actuar (lo que se representa en la primera imagen mediante la fuerza que se ejerce sobre el elástico); y en **permanentes**, si la alteración en la forma del objeto se mantiene una vez desaparecida la fuerza (lo que se observa en la imagen, cuando la fuerza que aplica la mano sobre la arcilla deja una impresión permanente en ella).

¿Qué otros ejemplos puedes mencionar de este tipo de efectos de la fuerza?

---



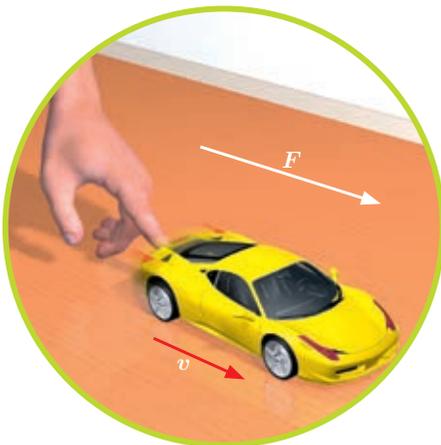
---



---

**Cambios en el estado del movimiento**

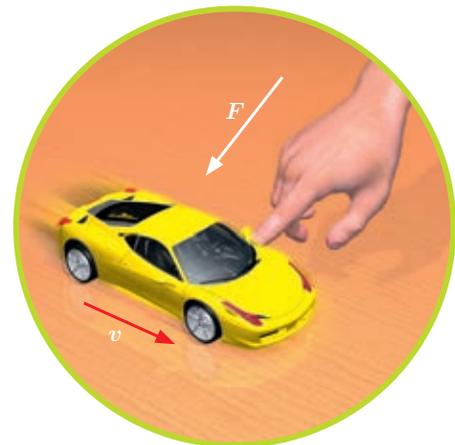
Dependiendo de la manera en que una fuerza es aplicada sobre un cuerpo, esta puede ocasionar los siguientes efectos en su estado de movimiento.



Cuando una determinada fuerza actúa a favor del movimiento de un cuerpo, producirá en este un **incremento de su rapidez**.



Si una fuerza actúa en sentido contrario al movimiento de un cuerpo, puede producir sobre este una **disminución de su rapidez**.



Cuando la fuerza actúa en una dirección diferente a aquella en la que se mueve el objeto, provoca **cambios en la dirección de su movimiento**.

Tirar la cuerda debe ser el juego más popular a la hora de aplicar fuerzas. La idea de este es enfrentar a dos equipos y poner a prueba su fuerza uno contra otro, pero ¿qué debe ocurrir para que un equipo gane?



¿Qué ocurre si todos los niños tiran la cuerda con la misma fuerza?

---



---



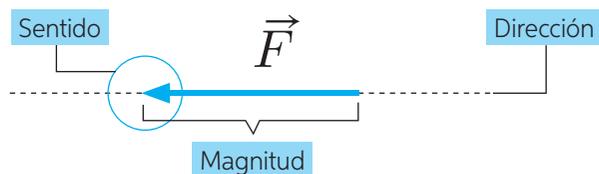
---



---

### Representación de las fuerzas

Tal como se puede inferir de la imagen, cuando aplicamos una fuerza ( $\vec{F}$ ), debemos considerar el sentido en que la aplicamos para obtener los efectos que deseamos. Por esta razón, **las fuerzas se representan mediante vectores** los cuales indican lo siguiente:



### IMPORTANTE

La unidad en la que se mide el módulo de una fuerza en el Sistema Internacional es el **newton**, llamado así en honor al físico y matemático inglés Isaac Newton. Un newton representa la fuerza necesaria para cambiar, en un segundo, la rapidez de un cuerpo de 1 kg de masa en 1 m/s. Esta unidad equivale a:

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



¿Cuántas fuerzas se están aplicando en la cuerda?

---



---

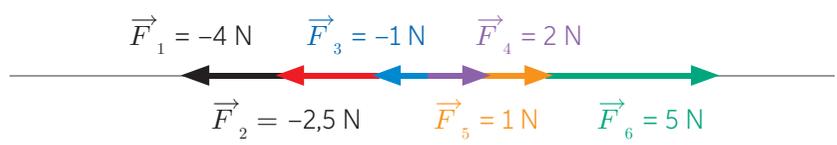


---

**Fuerza neta**

Quando las fuerzas se ejercen en conjunto, es como si hubiese una sola fuerza actuando. Esta **fuerza resultante** recibe el nombre de fuerza neta ( $\vec{F}_{neta}$ ). Para determinar la fuerza neta sobre un cuerpo, se debe obtener la suma vectorial de todas las fuerzas que actúan sobre él.

Supongamos que los niños de la imagen, aplican las siguientes fuerzas:



En este caso, la fuerza neta será:

$$\vec{F}_{neta} = -4\text{ N} - 2,5\text{ N} + 1\text{ N} + 1\text{ N} + 2\text{ N} + 5\text{ N} = 0,5\text{ N}$$

● Actividad individual

**Reflexiono sobre la fuerza neta**

1. Según el resultado de la fuerza neta del ejemplo anterior, ¿qué equipo ganó?
2. ¿Qué efecto provocó este resultado? Señala las características.

¿Importa el sentido en el que cada niño aplica la fuerza? Fundamenta.

---



---



---

## TEMA 2 → Identificando las fuerzas en la vida cotidiana

Ten por seguro que, en este momento, sobre ti se ejercen a lo menos dos fuerzas. ¿Podrías identificar cuáles son?

En este tema, estudiaremos las principales fuerzas que actúan en nuestro entorno. Para ello, ejecutarás diversas actividades prácticas que te permitirán lograr exitosamente el aprendizaje de conceptos, realizando efectivamente sus procedimientos.

¿Qué fuerzas conoces?

---



---



---

### Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

### Actividad grupal

**Objetivo:** Descubrir la relación entre la masa y la elongación de un resorte.

**Habilidad:** Observar y relacionar variables.

**Actitud:** Ejecutar correctamente un procedimiento.

**Tiempo:** 20 minutos.



↑ Imagen del montaje de la actividad.

En grupos de tres o cuatro integrantes, consigan un resorte, un soporte universal y un par de masas de diferente magnitud. Luego, realicen el siguiente procedimiento:

1. Anclen uno de los extremos del resorte al soporte universal, tal como se muestra en la imagen del costado. Luego, suspendan de él la masa de menor magnitud. Observen lo que ocurre con el resorte. ¿Qué creen que ocurra al cambiar la masa?
2. Repitan el procedimiento, pero esta vez utilicen la masa de mayor magnitud. Observen lo que sucede con el resorte.

Luego, respondan las siguientes preguntas:

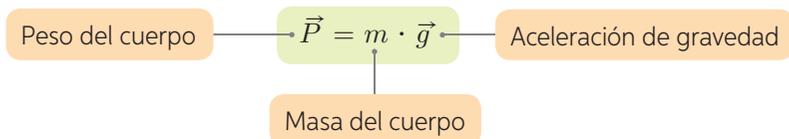
- a. ¿Qué conceptos ya estudiados piensan que están presentes en la actividad? Escribanlos.  
\_\_\_\_\_
- b. ¿Ocurrió aquello que esperaban?, ¿por qué?  
\_\_\_\_\_
- c. ¿Cómo se relaciona la elongación del resorte con la magnitud de la masa que se suspendió de él? Expliquen.  
\_\_\_\_\_
- d. ¿Qué fuerza actúa sobre el sistema masa-resorte?  
\_\_\_\_\_
- e. ¿Qué pasa con el resorte cuando se deja de aplicar la fuerza?, ¿a qué creen que se debe?  
\_\_\_\_\_
- f. ¿De qué manera podrían mejorar el procedimiento para obtener resultados más precisos? Propongan un procedimiento alternativo.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Tal como experimentaste en la actividad anterior, el resorte se estira debido a la fuerza que ejerce cada masa sobre él. ¿Qué nombre recibe esta fuerza?

A continuación, te invitamos a estudiar los diversos tipos de fuerzas que podemos encontrar en nuestro entorno.

## La fuerza de atracción gravitacional o peso ( $\vec{P}$ )

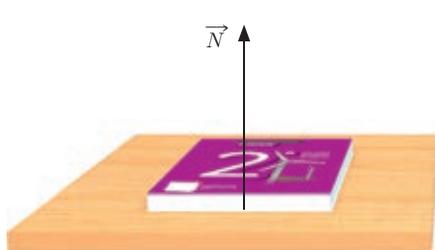
Es la fuerza de atracción gravitacional que ejerce un cuerpo celeste sobre cualquier otro cuerpo cercano a su superficie. En la Tierra, los cuerpos caen debido a esta atracción con una aceleración igual a la aceleración de gravedad. Esta fuerza apunta hacia el centro de la Tierra y su magnitud es proporcional a la masa del cuerpo y se calcula multiplicando la masa por la aceleración de gravedad.



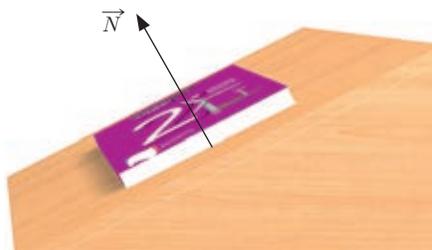
## La fuerza normal ( $\vec{N}$ )

Cuando nos encontramos de pie, acostados o sentados 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, de allí su nombre (normal = perpendicular).



Cuando la superficie es horizontal, la fuerza normal tiene la misma magnitud y dirección que el peso, pero sus sentidos son opuestos.



Si la superficie de apoyo está inclinada, la dirección del peso y la normal son diferentes. Además, la magnitud de la fuerza normal es menor que la del peso.



Cuando la superficie es vertical, la fuerza normal tiene la misma magnitud que la fuerza aplicada, en forma perpendicular a la superficie.

## La tensión ( $\vec{T}$ )

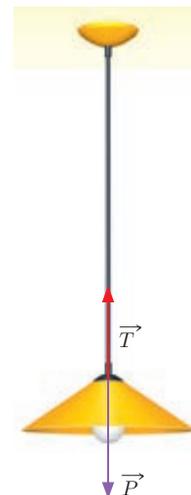
Cuando las fuerzas se transmiten a través de cuerdas, cables y estructuras de diferente tipo, entonces estamos en presencia de las denominadas fuerzas de tensión. Por ejemplo, la cuerda que sostiene una lámpara colgante está sometida a una tensión, cuya magnitud es igual, en este caso, al peso de la lámpara.

● Actividad individual

### Aplico los tipos de fuerzas

Si la lámpara de la imagen del costado tiene una masa de 0,8 kg:

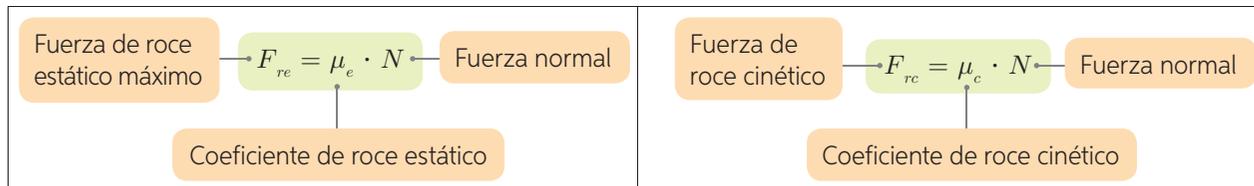
1. ¿Cuál es el valor del peso de la lámpara?, ¿cuál es el valor de la tensión?
2. ¿Cuál es la fuerza neta sobre la lámpara?, ¿qué significa este resultado?
3. ¿De qué manera buscaste la solución de las preguntas anteriores?, ¿qué estrategias empleaste?



## La fuerza de roce por deslizamiento ( $\vec{F}_r$ )

Es la fuerza que se opone al movimiento y surge por las imperfecciones de las superficies en contacto. Hay dos tipos, el roce estático ( $\vec{F}_{re}$ ), que es la oposición al movimiento antes de que se produzca y el cinético ( $\vec{F}_{rc}$ ), que es la oposición cuando el cuerpo ya está en movimiento. El roce estático máximo siempre es mayor cuando el cuerpo está en reposo que cuando está en movimiento.

Estas fuerzas se calculan multiplicando la fuerza normal sobre el cuerpo por un coeficiente de roce ( $\mu$ ) que depende de las características de las superficies en contacto.



## Desarrollo de estrategias

Aprendiendo a aplicar modelos para determinar la fuerza de roce.

### Situación problema

Juan desea mover una caja de 60 kg, para lo cual, la desliza sobre una superficie horizontal, tal como muestra la imagen. Si se considera que el coeficiente de roce cinético es 0,18, ¿cuál es el valor de la fuerza de roce cinético?

#### PASO 1 Identifico la incógnita

Se desea determinar el valor de la fuerza de roce cinético  $F_{rc}$

#### PASO 2 Registro los datos

$$m = 60 \text{ kg}$$

$$\mu_c = 0,18$$



#### PASO 3 Aplico los modelos

La fuerza de roce cinético se determina:  $F_{rc} = N \cdot \mu_c$

En este caso, el valor de la normal es igual al valor del peso, por lo tanto:

$$N = P = m \cdot g = 60 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 600 \text{ N}$$

De esta manera:

$$F_{rc} = 600 \text{ N} \cdot 0,18 = 108 \text{ N}$$

#### PASO 4 Escribo la respuesta

La fuerza de roce cinético entre la superficie y la caja es de 108 N.

#### PASO 5 Aplico lo aprendido

Fernando desea mover una caja de 40 kg de masa sobre una superficie horizontal. Si el coeficiente de roce estático máximo entre la caja y el piso es 0,34, ¿cuál es el valor de la fuerza de roce?

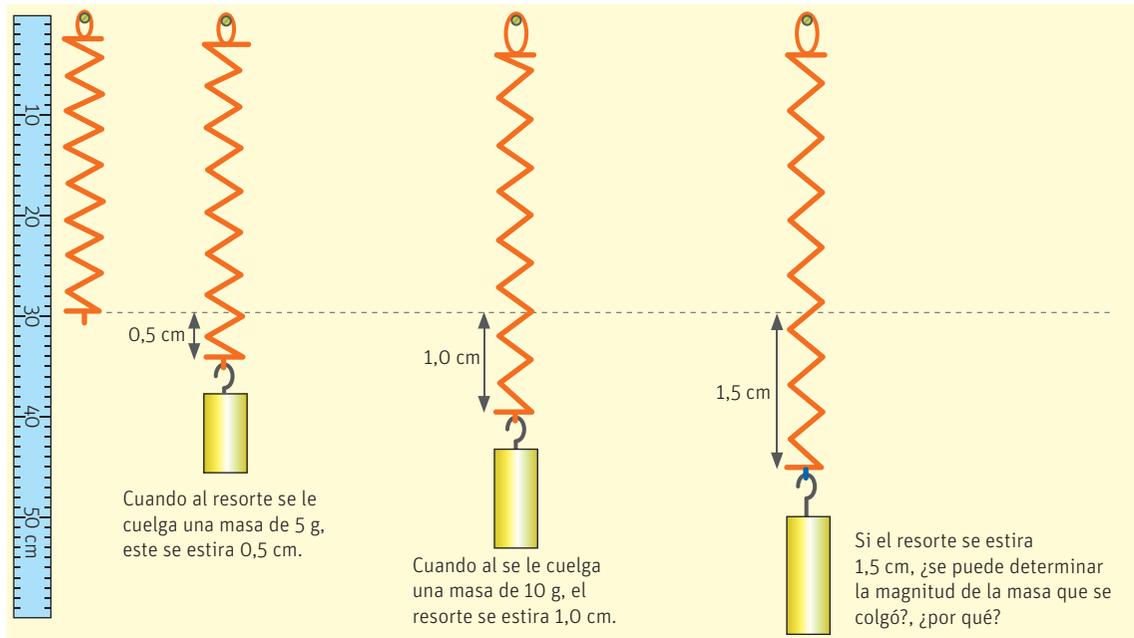


## La fuerza elástica y ley de Hooke

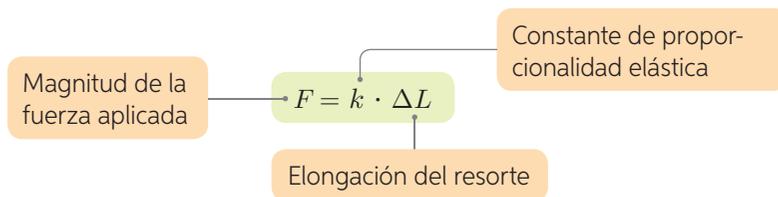
Supongamos un resorte al cual se le cuelgan diferentes masas. Tal como se puede apreciar en la siguiente ilustración, el resorte se estira a medida que se le cuelgan diferentes masas y cada una de estas, ejerce una fuerza sobre el resorte, provocando un estiramiento proporcional. Así, cuando la se cuelga una masa de 5 g, el estiramiento del resorte es de 0,5 cm; cuando la masa es de 10 g, el estiramiento es de 1,0 cm y es de esperar que para estirar 1,5 cm el resorte, se le deba colgar una masa de 15 g.

### LAS TIC

Ingresa el código [18TF2M089a](#) en tu aula digital y realiza el laboratorio de resortes para comprender mejor la ley de Hooke.

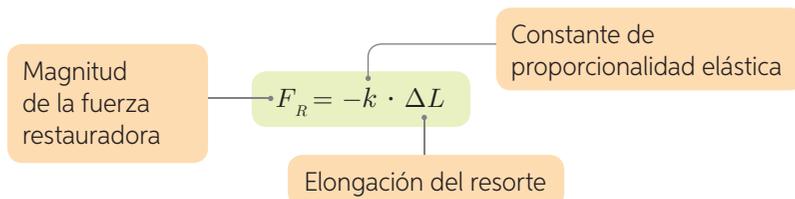


La relación entre la fuerza y la deformación de los materiales fue establecida por el físico Robert Hooke, quien observó que el estiramiento del resorte es proporcional al peso que se cuelga de él. Así, estableció la siguiente relación matemática:



El valor de la constante  $k$  depende de las características del resorte y corresponde a la medida de la resistencia que posee el resorte para elongarse. Así, mientras mayor sea el valor de  $k$ , mayor es la resistencia a la deformación.

La capacidad de un resorte de volver a su forma original, se debe a la **fuerza restauradora o elástica**. Esta fuerza es de igual módulo que la fuerza que se ejerce sobre el resorte, pero en sentido opuesto, tal como se muestra en la ilustración del costado. Así, si relacionamos la fuerza restauradora con la elongación del resorte, obtenemos que:



## Aprendiendo a desarrollar procesos científicos: ¿Cómo utilizar las propiedades elásticas de algunos materiales para medir fuerzas?

**Objetivos:** Determinar la constante de elasticidad de un resorte para medir fuerzas.

**Habilidad:** Procesar e interpretar datos y aplicar ley de Hooke.

**Actitud:** Proponer distintas formas para mejorar la precisión y la calidad del trabajo.

### Situación problema

Seguramente, cuando han ido a comprar frutas o pan, antes de pagar, deben determinar su peso (en estricto rigor, su masa). Ahora bien, ¿bajo qué principio físico funcionan los instrumentos que determinan la masa o el peso de los cuerpos? Para medir una fuerza, como el peso, se le debe asignar un determinado valor numérico utilizando un instrumento apropiado para ello.

En el siguiente taller, determinaremos la constante de elasticidad de un resorte para medir fuerzas. Para ello, reúnanse en grupos de cuatro o cinco integrantes y consideren el siguiente problema que guiará la presente investigación: ¿Cómo se puede utilizar un resorte para medir el peso de los cuerpos? Respecto a esta interrogante, propongan una hipótesis.

Para ponerla a prueba su hipótesis, desarrollen el siguiente diseño experimental.

### Procedimiento experimental



Reúnan los siguientes materiales: un resorte de tracción (su longitud debe aumentar al aplicarle una fuerza externa), cuatro masas graduadas, una regla y un soporte.



Fijen uno de los extremos del resorte al soporte y midan su longitud, tal como se representa en la imagen. Registren dicho valor como  $x_0$ .



Suspendan del extremo libre del resorte la masa de menor magnitud. Midan nuevamente la longitud. Repitan este procedimiento con cada una de las masas y registren sus mediciones como  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  y  $x_4$ .

**Organización de los datos**

Registren los resultados obtenidos en la tabla siguiente, considerando las unidades de medida del Sistema Internacional y determinen la constante de elasticidad del resorte.

	Masa (kg)	Peso (N)	Elongación (m)	Constante de elasticidad (N/m)
1				
2				
3				
4				

**Análisis e interpretación de evidencias**

- a. Construyan un gráfico en el que se represente la relación entre la fuerza peso y la elongación del resorte.
- b. ¿Cuál es la constante del resorte?, ¿cómo lo determinaron?
- c. Si se cuelga un quinto cuerpo de masa desconocida, que provoca un estiramiento de 0,05 m en el resorte, ¿qué peso tendrá el objeto?

**Elaboración de conclusiones**

- d. ¿Qué relación existe entre la fuerza y la elongación?
- e. ¿Qué creen que representa la pendiente del gráfico fuerza-elongación?
- f. Con la información que poseen, ¿consideran que pueden utilizar el resorte para medir el peso y la masa de los cuerpos? Fundamente.
- g. ¿Se validó o rechazó su hipótesis? Expliquen.
- h. ¿Qué errores en el procedimiento podrían haber afectado sus resultados?
- i. ¿Qué importancia piensan que tienen las evidencias experimentales en la fundamentación de un modelo o ley?

**Comunicación de los resultados**

Para comunicar los resultados de esta investigación, elaboren un afiche científico en el que respondan preguntas como las siguientes: ¿cuál fue el problema de investigación?, ¿qué hipótesis se propuso?, ¿en qué consistió el diseño experimental?, ¿cuáles fueron nuestras conclusiones?

Para su confección, consideren el modelo que se presenta al costado e incluyan imágenes, gráficos y tablas.

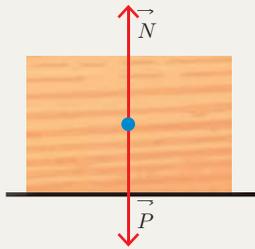
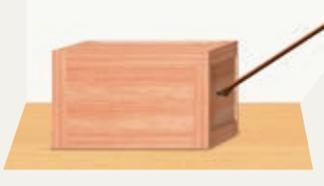
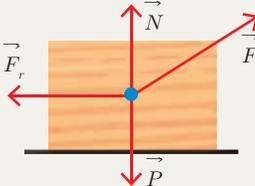
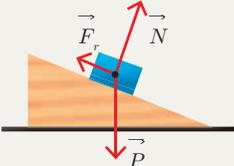
**Desarrollo de la misión**

Ahora que ya conocen todos los tipos de fuerza y sus efectos, reunidos en sus grupos de trabajo, consideren un ejemplo cotidiano de sus aplicaciones y elaboren el afiche imaginando qué ocurriría si, en ese caso, no se pudieran utilizar las fuerzas. ¿Con qué dificultades creen que se encontrarán?

## Diagrama de cuerpo libre

Cuando sobre un cuerpo o sistema actúan varias fuerzas, un modelo que resulta útil para estudiar la situación es el **diagrama de cuerpo libre**. Este corresponde a una simplificación esquemática que permite analizar las fuerzas que interactúan sobre un mismo cuerpo. Independiente de la forma del o 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:

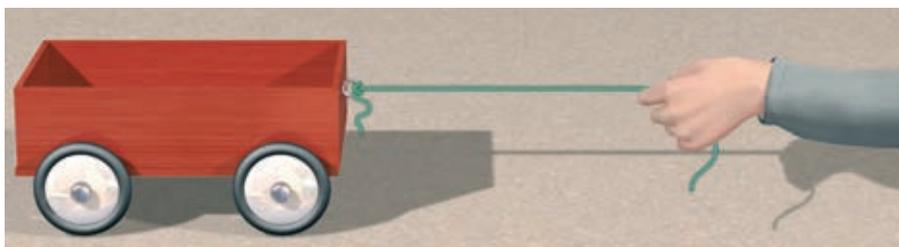


Situación	Diagrama de cuerpo libre
 <p>Una caja apoyada sobre una superficie.</p>	
 <p>Una caja tirada por una cuerda en dirección oblicua.</p>	
 <p>Un cuerpo inmóvil sobre un plano inclinado.</p>	

●●● Actividad grupal

### Elaboremos un diagrama de cuerpo libre

Esteban mueve un carro tirándolo de una cuerda tal como se muestra en la imagen. Mediante un diagrama de cuerpo libre, dibuja las fuerzas que actúan sobre el carro.



¿Qué efectos provoca la fuerza neta sobre el carro?

# CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

Desde hace ya varias décadas se viene trabajando sobre la idea de crear un exoesqueleto que le permita al ser humano realizar tareas que, de otro modo, le resultarían imposibles. Un exoesqueleto es una estructura que se adosa al cuerpo humano desde fuera, ; de hecho, el prefijo de origen griego exo- significa “fuera”.

Hoy en día, existen muchos prototipos de exoesqueletos que, gracias a mecanismos robóticos y computarizados, incrementan la fuerza y la resistencia del cuerpo humano. Uno de los principales usos que está teniendo este tipo de tecnología se da en el ámbito de la medicina, ya que permite trabajar la motricidad de personas que se encuentran con movilidad limitada.

¿Cuáles crees que son los beneficios de implementar este tipo de tecnología?

---



---

¿De qué manera el desarrollo científico se puede lleva a cabo a partir de la observación de la naturaleza?

---



---



## Cierre de la misión

Al comienzo de la lección te planteamos que imaginaras la vida sin la acción de las fuerzas y que crearas un afiche creativo que expusiera su punto de vista en una situación particular. ¿Cómo les fue en la creación de este afiche? ¿Cómo evaluarías los aportes realizados por cada integrante del grupo? Fundamenta.

¿Esta misión se incluirá en el proyecto del texto? Fundamenta en la página 12. 

---



---



---

## Reflexiono sobre lo que aprendí

Lee y comenta las siguientes preguntas con tus compañeros y compañeras para saber si alcanzaste el propósito de la lección.

Contenido	Habilidades/Estrategias	Actitudes
¿Qué fuerzas están actuando en este momento sobre ti? Fundamenta.	¿Qué estrategias desarrollaste para llevar a cabo la misión?	Al alcanzar los logros de esta lección, ¿qué sentiste?
¿Qué efectos provoca la fuerza neta que actúa sobre ti?	¿De qué manera realizar diagramas te permitió comprender mejor los aprendizajes de esta lección?	¿Cómo evaluarías tu proceso de aprendizaje en esta lección?, ¿cómo podrías mejorar?

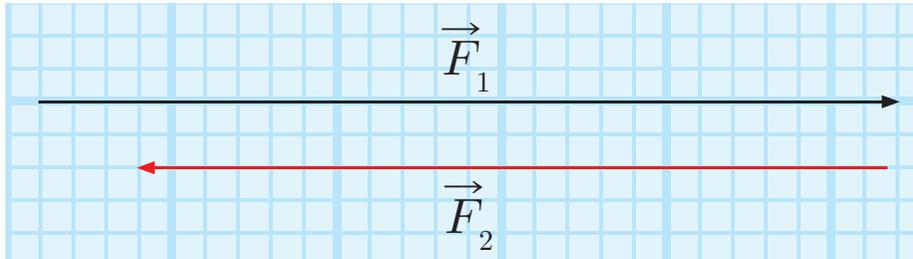
Representa

- 1 Verónica arrastra una caja sobre una superficie horizontal, tal como se muestra en la imagen. A partir de lo anterior, realiza un diagrama de cuerpo libre, que muestre las fuerzas que actúan sobre la caja. Señala a qué fuerza corresponde cada una.



Compara

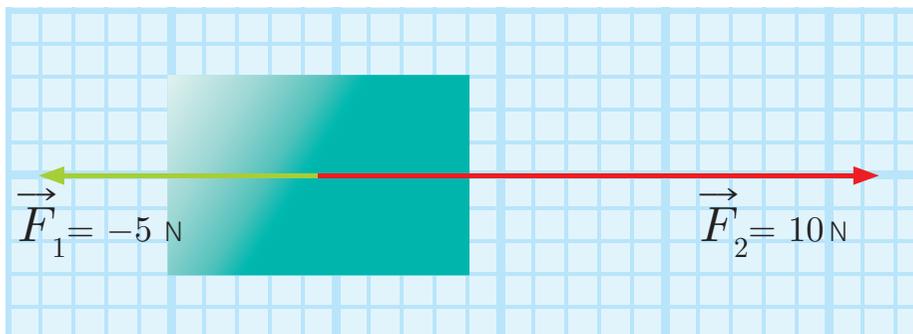
- 2 Para comprender las características de las fuerzas, Sebastián representa gráficamente dos fuerzas que actúan sobre un cuerpo.



¿Qué elemento(s) de los vectores asociados a dichas fuerzas es (son) igual(es)?

Compara

- 3 Silvana y Juan aplican dos fuerzas sobre un objeto de 2 (kg) que se encuentra apoyado en el suelo. Respecto de esta situación, elaboran el siguiente diagrama de cuerpo libre:



- a. ¿Cuál es la fuerza neta sobre el objeto?
- b. ¿Qué efecto provoca la fuerza neta sobre el objeto? Fundamenta.
- c. ¿Actúan fuerzas verticales sobre el objeto? Argumenten.

**Analiza**

- 4** Sobre el suelo se ubica un mueble de madera de 3 kg de masa y sobre él una planta, cuya masa es de 0,5 kg.
- ¿Cuál es la magnitud de la fuerza normal ejercida por el piso sobre el mueble?
  - ¿Cuál es el valor de la fuerza normal ejercida sobre la planta por el mueble?



**Analiza**

- 5** Isabel aplica una fuerza (horizontal) de módulo 250 N sobre una caja de 80 kg de masa que está en reposo sobre una superficie, tal como se representa en la imagen. Considera  $\mu_c = 0,25$  y  $\mu_e = 0,35$ .
- Determina si la caja se moverá o permanecerá en reposo.
  - Determina el valor de la fuerza de roce.



**Sintetiza**

- 6** Construye un organizador gráfico que relacione los aprendizajes de esta lección. Para ello, considera los siguientes términos: fuerza, fuerza neta, peso, tensión normal, fuerza de roce, fuerza restauradora, ley de Hooke, vector, efectos, cambios de forma, cambios de estado del movimiento.

**¿Cómo voy?**

Revisa tus respuestas y según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Si es necesario, pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítem	Habilidad	Nivel de desempeño
Reconocí los elementos asociados a la representación de una fuerza.	1 y 2	Representar y comparar.	<input type="checkbox"/> L: Dos ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: Un ítem correcto. <input type="checkbox"/> PL: Ningún ítem correcto.
Apliqué los modelos matemáticos para identificar los tipos de fuerzas en diferentes situaciones.	3, 4, y 5	Aplicar, clasificar y analizar.	<input type="checkbox"/> L: Tres ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: Dos ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: Uno o ningún ítem correcto.

L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr.

**Reflexiono sobre mi desempeño**

Según tu apreciación (1: en desacuerdo; 2: ni de acuerdo ni en desacuerdo; 3: de acuerdo), marca con ✓ las siguientes afirmaciones:

	1	2	3
He analizado satisfactoriamente situaciones en las que actúan las fuerzas.			
Han sido efectivos mis métodos de estudio.			
He trabajado de forma rigurosa y ordenada.			

# Explicando las leyes de Newton

## Propósito de la lección

Así como las fuerzas se encuentran presentes en cada acción que realizamos, existen leyes naturales que nos permiten explicar los fenómenos que ocurren en nuestro entorno. En forma particular, las leyes de Newton, nos permiten entender los fenómenos que ocurren producto de la acción de las fuerzas.

En esta lección aprenderás a dar explicaciones a diversas situaciones que ocurren cotidianamente valiéndote de las leyes de Newton. Ello, con la intención, por un lado, de que valores los aportes de mujeres y hombres en el desarrollo de la ciencia y, por otro, de que identifiques las implicancias éticas de los avances científicos y tecnológicos.



Ciencia al día

## La biomecánica deportiva

La biomecánica consiste en la investigación de los fenómenos biológicos a través de procedimientos de la mecánica y su objetivo es estudiar las fuerzas internas y externas (cinética) y los movimientos asociados que afectan al ser humano y a los animales (cinemática). Esta ciencia se ha desarrollado durante los últimos 90 años y durante las tres últimas décadas su enfoque y mayor impacto se ha centrado en los deportes.

La biomecánica deportiva basa su atención en la mecánica del cuerpo humano en diferentes actividades, como correr, saltar o andar en bicicleta; de tal manera que los conocimientos mecánicos involucrados en estas actividades proporcionen una base científica para obtener un máximo rendimiento o indagar en los mejores implementos u objetos para el deportista.

En la actualidad, las aplicaciones derivadas de la biomecánica han mejorado la calidad de vida e muchísimas personas: atletas o no atletas, discapacitados o no discapacitados, niños y personas mayores, etc. En Chile, por ejemplo, Jorge Zúñiga, doctor en fisiología mecánica, utilizó sus conocimientos para crear una prótesis de mano que es utilizada por muchos niños.

¿Qué opinas sobre este tipo de tecnología? ¿Cómo crees que ayuda el desarrollo de la biomecánica a las personas con discapacidad?

---



---



---

Fuente: Izquierdo, M. (2008). Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte. Madrid: Médica Panamericana (Adaptación)

Conicyt. (Junio 16, 2016). Jorge Zúñiga, Dr. en fisiología mecánica: el científico inventor chileno que decidió donar su creación al mundo. Marzo 9, 2017, de Explora Sitio web: <http://www.conicyt.cl/explora/2016/06/16/jorge-zuniga-dr-en-fisiologia-mecanica-el-cientifico-inventor-chileno-que-decidio-donar-su-creacion-al-mundo/>



El Dr. Jorge Zúñiga junto a la mano biomecánica.



# CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

## La fuerza G

La resistencia humana a las grandes aceleraciones es generalmente medida en fuerzas G y el límite humano está determinado por la resistencia del cerebro y otros tejidos blandos a las aceleraciones o desaceleraciones bruscas. Si bien hay personas que pueden desmayarse en una montaña rusa, siendo sometidas a alrededor de 3 o 4 G, hay otras, como el coronel John Stapp, que soportó decenas de fuerzas G durante cortos períodos de tiempo, aunque con graves riesgos para su integridad física.

John Stapp era un doctor militar que estaba tan interesado en averiguar los límites humanos que puso en riesgo varias veces su vida al realizar misiones prácticamente suicidas en nombre de la ciencia. Uno de sus experimentos fue probar los efectos de las desaceleraciones repentinas en el cuerpo humano, su objetivo era encontrar métodos para mantener a los pilotos con vida en caso de que se estrellaran. La ciencia fijaba el límite humano en 18 G, pero esto nunca había sido probado rigurosamente.

El 30 de abril de 1947 Stapp puso a prueba un desacelerador humano similar a las que se realizan actualmente en automóviles (ver imagen). Después de varias pruebas con un muñeco de seguridad, Stapp decidió ser él quien experimentara la desaceleración. Para junio de 1951, había realizado decenas de pruebas, sufriendo varias fracturas. En 1954, durante su prueba más extrema, desaceleró desde los 1 017 km/h a 0 km/h en 1,4 s, soportando 43 veces su propio peso, es decir 43 G.

Gracias a las investigaciones de Stapp, en la actualidad existe una ley que obliga a los fabricantes de vehículos a incluir cinturones de seguridad en ellos. Por otra parte, los pilotos y astronautas se someten a un duro entrenamiento y deben pasar rigurosas baterías de pruebas, para demostrar que pueden soportar elevadas fuerzas G, aunque ninguna tan extrema como las realizadas por Stapp.

¿Qué medidas de seguridad debió considerar Stapp en sus pruebas?

---



---



Fuente: Stapp, J. (1957). Human tolerance to deceleration. The American Journal of Surgery, 93 (4), 734-740.

## Inicio de la misión

En esta lección, tendrás la misión de escribir la letra de una canción que explique las leyes de Newton. Para ello, solicita la colaboración de tu profesor o profesora de Música para que te guíe en la construcción de la letra utilizando la melodía de la canción que estimes conveniente.

Para llevar a cabo esta misión, reúnete con dos compañeros. Luego, en el siguiente espacio, planifiquen su estrategia de trabajo, considerando que, al finalizar esta lección, deberán presentar su canción al curso.




---



---



---



---



---

# TEMA 1 → Estableciendo la primera ley de Newton

Seguramente en más de una ocasión has sentido esa sensación de ser impulsado hacia adelante cuando el vehículo en que viajas se detiene bruscamente. ¿Por qué crees que ocurre esto?

En este tema, podrás explicar diversas situaciones cotidianas en las que se experimenta esta ley, entendiendo la importancia de este aporte al conocimiento científico.

¿Sabes quién es Newton?, ¿qué sabes de sus leyes?

---



---



---

## Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

## Actividad grupal

**Objetivo:** Observar la tendencia de los cuerpos a mantener su estado de movimiento.

**Habilidad:** Explicar las características de un suceso.

**Actitud:** Establecer preguntas para comprender mejor el mundo que nos rodea.

**Tiempo:** 20 minutos.



▲ Fotografía del procedimiento de la actividad.

En grupos de tres integrantes, consigan un vaso, una moneda, un naipe y un celular. Luego, realicen el siguiente procedimiento:

1. Ubiquen el naipe sobre el vaso, y sobre este último la moneda. ¿Qué pasará con la moneda si se saca el naipe? Elaboren una hipótesis.
2. Un integrante tome con los dedos la punta del naipe y tire de él con un movimiento rápido, tal como se representa en la imagen. Observen lo que sucede con la moneda.
3. Empleando sus celulares, graben un video de la experiencia y compártanlo con el resto de su curso a través de las diferentes redes sociales.

Luego, respondan las siguientes preguntas:

a. ¿Qué conceptos ya estudiados están presentes en la actividad?

---



---

b. ¿Pasó lo que esperaban al sacar el naipe? Expliquen.

---



---

c. ¿Cómo explicarían el fenómeno producido? Recuerden que pueden utilizar el video de la experiencia para observar y analizar el suceso.

---



---

d. ¿Qué otros fenómenos cotidianos podrían explicar a partir de esta experiencia?

---



---

e. ¿Cuál puede ser la pregunta de investigación de esta experiencia?, ¿de qué manera consideras que preguntas como estas permiten realizar aportes al conocimiento científico?

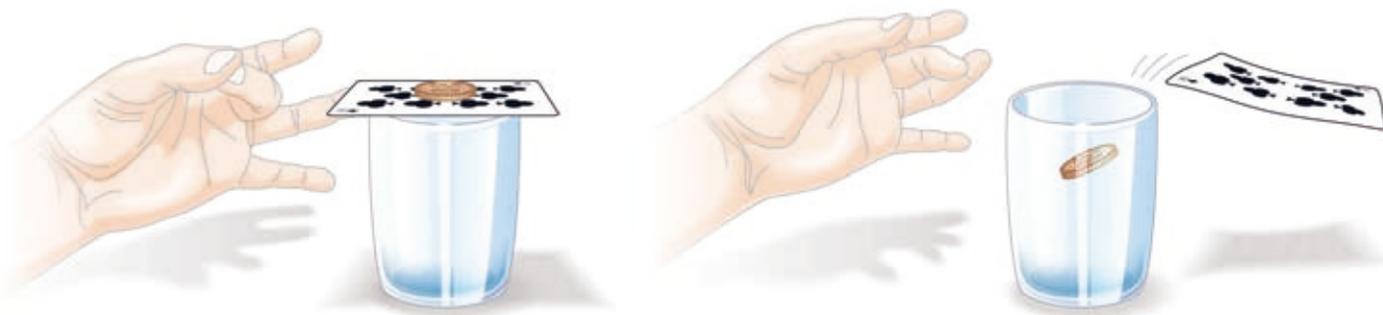
---



---

Tal como experimentaste en la actividad anterior, al quitar el naipe la moneda permanece en su posición, ya que conserva su estado inicial de reposo, cayendo dentro del vaso. Esta tendencia de los cuerpos de mantener su estado, ya sea de reposo o movimiento, se conoce como **inercia**.

Al tirar de manera horizontal del naipe, se puede observar que la fuerza de roce entre el naipe y la moneda tiende a desplazarla levemente. Sin embargo, a pesar del movimiento del naipe, la moneda mantiene su inercia y esta cae al vaso por efecto de la gravedad.



^ Representación de la inercia de la moneda.

Entonces, ¿Qué es la inercia? Es una propiedad que tienen los cuerpos para mantener su estado de reposo o movimiento a no ser que una fuerza externa actúe sobre él. Esta propiedad se establece en la **primera ley de Newton o principio de inercia**, la cual postula lo siguiente:

Un cuerpo permanecerá en estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme si no actúa ninguna fuerza sobre él o si la resultante de las fuerzas que actúan es nula.

Es importante aclarar que la masa de un cuerpo es una medida de su inercia, ya que mientras mayor sea su masa, más fuerza se necesitará para modificar su estado de movimiento.

### CONTEXTO HISTÓRICO

En 1687, el físico y matemático inglés Isaac Newton formuló tres leyes fundamentales de la dinámica (la rama de la física que estudia el movimiento de los cuerpos en relación con las fuerzas que lo modifican). La importancia de estas leyes es tal, que a partir de ellas se pudo explicar un sinnúmero de fenómenos: desde el movimiento de los cuerpos presentes en nuestro entorno, hasta el de las partículas subatómicas.

#### ●●● Actividad grupal

### Identifiquemos las características de la inercia

Un padre y su hijo se encuentran en reposo dentro de un bus de metro que se encuentra detenido en la calle. Al respecto, respondan las siguientes preguntas:

- a. ¿Cuál de los dos posee mayor inercia?, ¿por qué?
- b. ¿Qué pasará con los cuerpos si el vehículo se pone en marcha? Fundamenten.
- c. ¿Cómo será la sensación de cada uno cuando el bus acelera? Compáren.
- d. Considerando la época de Newton, ¿de qué manera crees que influyó este postulado en la comunidad científica? ¿Por qué este principio ha permanecido hasta la actualidad?



## TEMA 2 → Aplicando la segunda ley de Newton

¿Has notado la diferencia entre trasladar una mochila con muchos libros y una mochila vacía? Probablemente lo has tenido que hacer muchas veces: ¿en qué caso resulta más fácil moverla?

En este tema, podrás establecer, por medio de la observación y la experimentación, la relación que encontró Newton entre los conceptos de fuerza, masa y aceleración. Para ello, realizarás diversas actividades considerando sus respectivas medidas de seguridad.

¿Cómo crees que se relacionan la fuerza, la masa y la aceleración? Menciona un ejemplo.

---



---

### Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

### Actividad grupal

**Objetivo:** Comprender la relación que existe entre la fuerza aplicada y la masa de un cuerpo.

**Habilidad:** Formular explicaciones, apoyándose en las observaciones y conceptos científicos.

**Actitud:** Establecer medidas de seguridad para un procedimiento experimental.

**Tiempo:** 30 minutos.



Montaje de la actividad.

#### Reduce, Reutiliza, Recicla

¿Qué harán con los materiales al finalizar la experiencia?

---



---



---

En grupos de tres integrantes, consigan un auto de juguete, un metro de lana, un vaso plástico, un cilindro (pueden utilizar un pegamento en barra) y piedras pequeñas. Luego, realicen el siguiente procedimiento:

1. Armen el montaje que aparece en la imagen del costado y ubiquen el auto a un metro del borde de la mesa.
2. Dentro del vaso introduzcan una a una las piedras hasta que observen que el auto comienza a moverse.
3. Observen cómo se desplaza el auto. Si lo desean, pueden grabar con sus celulares la experiencia.
4. Repitan los pasos anteriores, pero esta vez aumenten la cantidad de piedras que introducen en el vaso.
5. Reiteren este procedimiento las veces que consideren necesarias para establecer resultados confiables.

Luego, respondan las siguientes preguntas:

a. ¿Qué tipo de movimiento describe el auto? Fundamenten.

---

b. ¿Qué ocurre con el auto a medida que aumenta la masa?

---



---

c. ¿Qué tipo de fuerza provoca el movimiento del auto?

---



---

d. ¿Qué medidas de seguridad se pueden considerar en esta actividad?

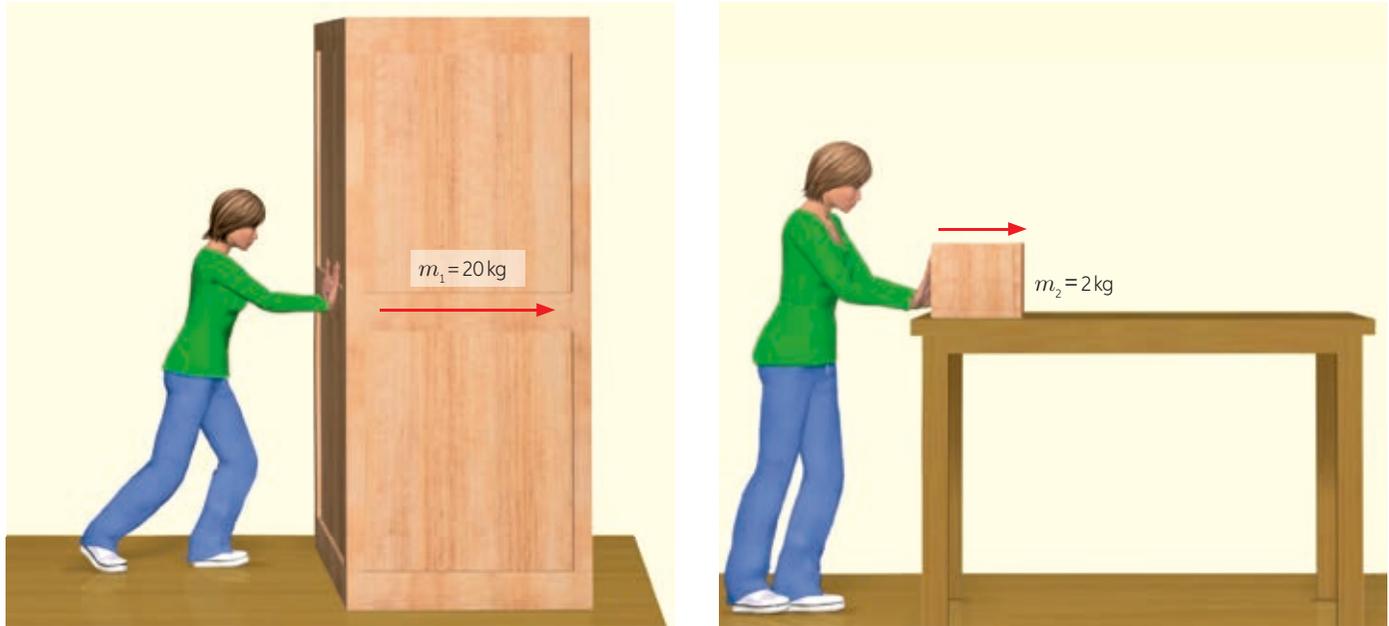
---

e. ¿Qué hubiera ocurrido si en el montaje se hubieran ubicado todas las piedras juntas de una vez? ¿Por qué es necesario adoptar medidas de seguridad cuando se realizan actividades experimentales?

---

En la actividad anterior pudiste notar que al aumentar la cantidad de piedras que se introducían en el vaso, el auto se movía más rápido; pero ¿cómo se relacionan estos conceptos con la segunda ley de Newton?

Para comprender la segunda ley de Newton, supongamos que, una persona ejerce fuerzas de igual magnitud sobre dos bloques del mismo material y que se encuentran sobre superficies similares, tal como se representa en las siguientes imágenes:

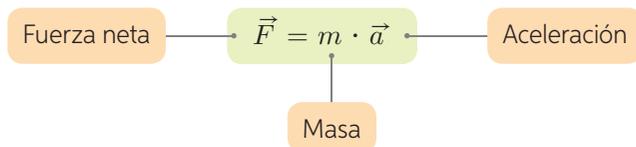


Claramente, al aplicar una fuerza similar sobre ambos bloques, el de menor masa acelerará más y, por lo tanto, recorrerá una distancia mayor.

Similar a la actividad anterior, Newton observó que el efecto de una fuerza depende de las características del cuerpo sobre el cual se ejerce, en particular de su masa. Enunció entonces la **segunda ley de Newton**, también conocida como **principio de las masas**, la cual plantea lo siguiente:

Si sobre un cuerpo actúa una fuerza neta, este adquirirá una aceleración directamente proporcional a la fuerza aplicada, donde la masa del cuerpo es la constante de proporcionalidad.

La aceleración producida tiene la misma dirección y sentido que la fuerza neta, por lo que este principio se puede escribir matemáticamente de la siguiente forma:



En el ejemplo anterior, si la fuerza aplicada por la persona tiene una magnitud de 40 N y si se desprecia el roce, el módulo de la aceleración que adquirirá cada bloque, de acuerdo a la segunda ley de Newton, será:

$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{neta}}{m_1} = \frac{40 \text{ N}}{20 \text{ kg}} = 2 \text{ m/s}^2$	$\vec{a} = \frac{\vec{F}_{neta}}{m_2} = \frac{40 \text{ N}}{2 \text{ kg}} = 20 \text{ m/s}^2$
---	---

## Desarrollo de estrategias

Aprendiendo a aplicar el segundo principio de Newton.

### Situación problema

Para cambiarse de casa, Patricio ejerce una fuerza de 50 N sobre un sistema compuesto por dos cajas, A y B, de masas 8 kg y 2 kg, respectivamente. ¿Cuál es la aceleración del sistema?, ¿cuál es el valor de la fuerza que actúa sobre la caja A?, ¿cuál sobre la caja B? (Supón que no hay roce).

#### PASO 1 Identifico las incógnitas

Para determinar la aceleración del sistema, debemos considerar la masa total y aplicar la expresión que da cuenta del segundo principio de Newton:

$$\vec{F}_{\text{neto}} = m \cdot \vec{a}$$

La aceleración de cada caja es la misma que la del sistema. Sin embargo, la fuerza que actúa sobre cada una de ellas es distinta. Para determinar esta última, se debe conocer la aceleración y la masa de cada una de las cajas.

#### PASO 2 Registro los datos

Masa caja A:  $m_A = 8 \text{ kg}$

Masa caja B:  $m_B = 2 \text{ kg}$

Módulo de la fuerza:  $F = 50 \text{ N}$

#### PASO 3 Aplico los modelos

En primer lugar, determinaremos el módulo de la aceleración del sistema mediante la siguiente expresión:

$$F_{\text{neto}} = m \cdot a$$

Considerando que el valor de la masa del sistema es  $m_A + m_B$ , resulta:

$$F_{\text{neto}} = (m_A + m_B) \cdot a$$

Despejando la aceleración, se obtiene:

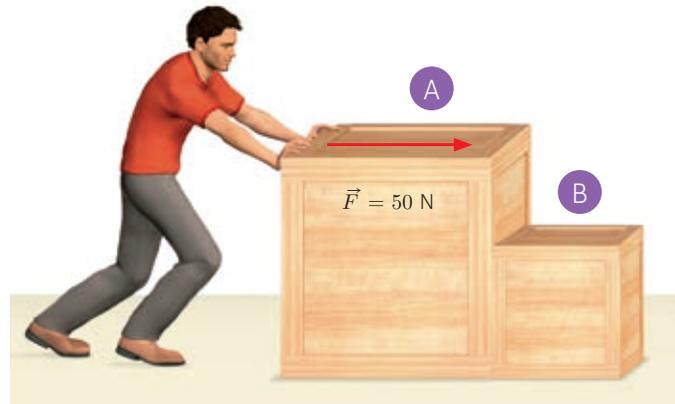
$$a = \frac{F_{\text{neto}}}{m_A + m_B}$$

Al reemplazar los datos en la expresión anterior, resulta:

$$a = \frac{F_{\text{neto}}}{m_A + m_B} = \frac{50\text{N}}{8 \text{ kg} + 2\text{kg}} = 5 \text{ m/s}^2$$

Luego, para determinar el módulo de la fuerza que actúa sobre la caja A, nuevamente empleamos la segunda ley de Newton.

$$F_A = m_A \cdot a$$



Remplazando los valores, se obtiene:

$$F_A = m_A \cdot a = 8 \text{ kg} \cdot 5 \text{ m/s}^2 = 40 \text{ N}$$

Para calcular el módulo de la fuerza sobre la caja B, realizamos un procedimiento similar al anterior:

$$F_B = m_B \cdot a = 2 \text{ kg} \cdot 5 \text{ m/s}^2 = 10 \text{ N}$$

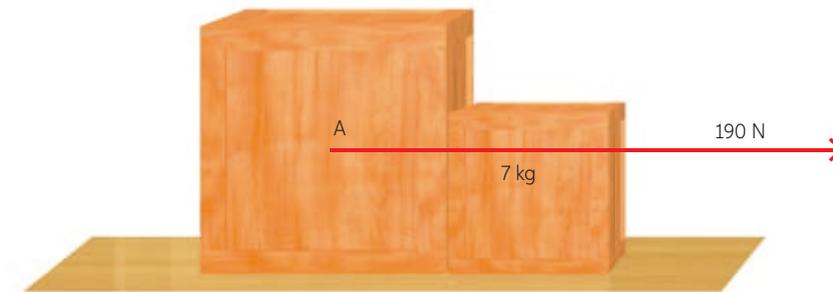
**PASO 4** Escribo la respuesta

El módulo de la aceleración que experimenta el sistema formado por ambas cajas es  $5 \text{ m/s}^2$ . La magnitud de la fuerza que actúa sobre la caja A es de  $40 \text{ N}$  y la que actúa sobre la caja B es de  $10 \text{ N}$ .

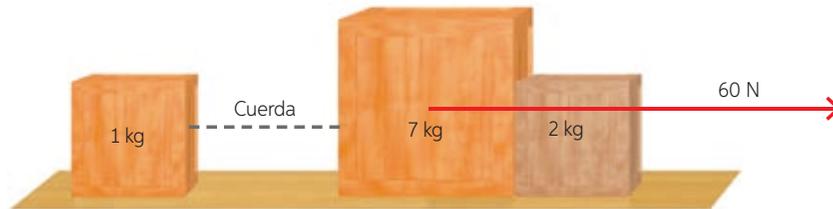
**PASO 5** Aplico lo aprendido

En parejas, apliquen la segunda ley de Newton en las siguientes situaciones.

1. Jimena aplica una fuerza de  $190 \text{ N}$  sobre un sistema formado por dos cajas, que produce que este se mueva con una aceleración de módulo  $9,5 \text{ m/s}^2$ . Determinen la masa de la caja A y la fuerza que actúa sobre cada una de las cajas (supongan que no hay roce).



2. Claudia tira, con una fuerza neta de módulo  $60 \text{ N}$ , un sistema formado por tres cajas, tal como se representa en el siguiente esquema.



Considerando que la masa de la cuerda y la fuerza de roce son despreciables, determinen:

- a. La aceleración que adquiere el sistema.
- b. La fuerza que actúa sobre cada uno de los bloques.
- c. La magnitud de la tensión de la cuerda.

**LAS TIC**

Ingresa el código [18TF2M103a](#) en tu aula digital y utiliza el simulador para identificar la acción de la segunda ley de Newton.

## TEMA 3

## → Estableciendo la tercera ley de Newton

¿Te ha pasado alguna vez que golpeas un objeto con tu mano e instantáneamente sientes dolor producto del golpe? Algunas personas dirían que esto ocurre porque por cada acción que realizamos existe una reacción. Ahora bien, ¿cómo se relaciona esto con las fuerzas?

En este tema, aprenderás sobre las fuerzas de acción y reacción a partir del análisis de diversas situaciones que se pueden explicar por medio de la tercera ley de Newton, entendiendo la importancia de esta en el conocimiento científico.

¿Podrías mencionar un ejemplo concreto de una acción y su reacción?

---



---

## Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

## Actividad grupal

**Objetivo:** Reconocer situaciones en donde se apliquen fuerzas.

**Habilidad:** Plantear explicaciones a situaciones cotidianas.

**Actitud:** Establecer preguntas para comprender mejor situaciones cotidianas.

**Tiempo:** 20 minutos.

En parejas lean la siguiente paradoja:

*Un campesino debe trasladar una carreta bien cargada y, para ello, le pide a su burro que lo ayude. Amarra la carreta al burro y le dice: "¡ya burro, vamos!" El burro, con toda su testarudez, le dice: "¡No lo haré! He estudiado la tercera ley de Newton y descubrí que al aplicarle una fuerza a la carreta, ella aplicará simultáneamente una fuerza de igual magnitud pero en sentido contrario, por lo tanto, ambas fuerzas se anularán haciendo imposible mover la carreta". El campesino, con la cara llena de sorpresa, le dice al burro: "yo no sé de Newton, pero sí sé que llevarás mi carreta, así que camina". Y el burro caminó y la carreta lo siguió.*

Debatan en torno a lo leído y respondan las siguientes preguntas:

1. ¿Han oído hablar sobre la tercera ley de Newton? De ser así, explíquenla brevemente.

---



---

2. ¿Por qué el burro pudo mover la carreta?

---



---

3. ¿En qué situaciones se aplica este mismo problema? Describan otras dos situaciones.

---



---

4. ¿Cuál puede ser la pregunta de investigación para establecer el error del burro?

---



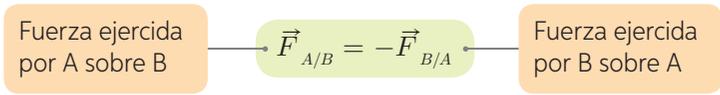
---

La tercera ley de Newton, a la que hace referencia el burro en la paradoja, establece que si se aplica una fuerza sobre un cuerpo (fuerza de acción), el cuerpo también aplicará una fuerza de igual módulo pero en sentido contrario (fuerza de reacción). Pero ¿en qué se equivocó el burro?

Son varias las situaciones en las que se puede observar un par de fuerzas. Por ejemplo, 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. A partir de esto, Newton planteó que nunca una fuerza se ejerce sobre “la nada”, es decir, en la naturaleza, toda fuerza o acción va acompañada de su correspondiente reacción. Esta afirmación se recoge en la **tercera ley de Newton** o **principio de acción y reacción**, que plantea lo siguiente:

Si un cuerpo A ejerce una fuerza sobre un cuerpo B, entonces, este último ejercerá una fuerza de igual magnitud y dirección sobre A, pero en sentido opuesto.

Lo anterior se expresa de la siguiente manera:



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.

La aplicación más directa de la tercera ley de Newton se puede apreciar con claridad en el lanzamiento de cohetes, pues para despegar, el cohete ejerce una fuerza sobre los gases que expulsa y los gases ejercen una fuerza igual y opuesta sobre el cohete.

También es posible observar la tercera ley en situaciones más simples y cotidianas, como caminar. En esta acción, una persona puede avanzar porque, cuando un pie empuja hacia atrás contra el suelo, este empuja hacia adelante sobre el pie.

● Actividad individual

### Explico la tercera ley de Newton

¿En qué se equivocó el burro? Ahora que ya sabes cómo se aplica la tercera ley de Newton, explícale al burro de la paradoja cuál era su error en el planteamiento de su argumento para no mover la carreta.



^ Lanzamiento de un cohete.

### Desarrollo de la misión

Ahora que ya conoces las leyes de Newton, reúnete con tu grupo de trabajo y, junto con la ayuda de su profesor o profesora de Música, escriban la letra de su canción de acuerdo a la melodía que escogieron. Graben la canción para presentarla al resto del curso. ¿Qué estrategia les resultó más efectiva para llevar a cabo esta misión?

---



---



---



---



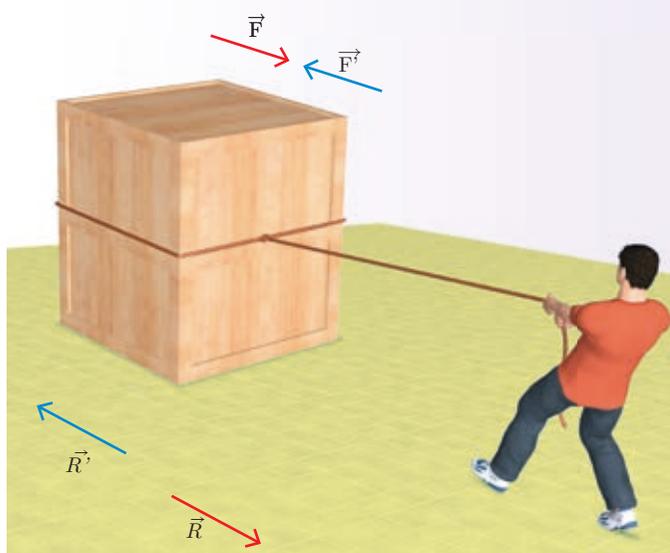
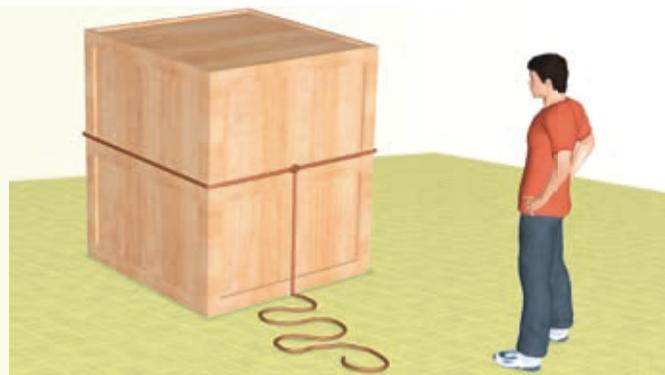
---

## Las leyes de Newton actuando en conjunto

Aunque se podría pensar que cada una de las leyes de Newton responde a una situación en particular, en la realidad estas coexisten en cualquier fenómeno que involucre la acción de fuerzas. Para constatar este hecho, analicemos el siguiente ejemplo, en el que un joven quiere trasladar una caja.



Inicialmente, dado que no se ha ejercido una fuerza sobre el cuerpo, la fuerza de roce es nula. Aquí es evidente el primer principio de Newton en acción: la fuerza neta sobre la caja es nula, por lo que esta se mantiene en reposo.



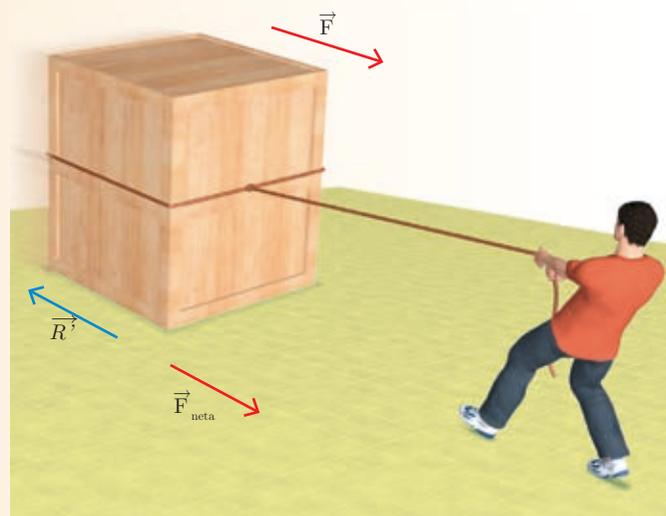
La fuerza de roce irá aumentando conforme la fuerza aplicada aumente, pero el cuerpo se mantendrá en reposo mientras esta sea menor que la fuerza de roce estático máxima.

En este caso, es posible identificar cómo se van generando los pares de fuerzas descritos por el tercer principio de Newton: la persona tira de la caja y la caja “tira” de ella con la misma intensidad. Además, dado que la fuerza se transmite a través de la cuerda, se genera otro par de acción y reacción en la interfaz del cuerpo y la superficie de apoyo: el cuerpo empuja la superficie hacia adelante, y la superficie “empuja” el cuerpo hacia atrás (esta es la fuerza de roce). El primer principio de Newton permite explicar el reposo del cuerpo: las fuerzas que actúan sobre el cuerpo ( $\vec{F}$  y  $\vec{R}'$ ) se equilibran, por lo que la fuerza neta sobre el cuerpo es nula. Es importante aclarar que aunque la fuerza neta sea nula no implica que el cuerpo esté en reposo.

Una vez que la fuerza aplicada supera el valor máximo de la fuerza de roce estático, se genera una fuerza neta no nula, puesto que el roce del bloque con el suelo ya no puede equiparar en magnitud a la fuerza ejercida por la persona sobre la superficie.

El segundo principio de Newton plantea que la existencia de una fuerza neta implica que el cuerpo adquiere una aceleración en el mismo sentido de esta fuerza, la que puede ser determinada conociendo la magnitud de la fuerza neta y la masa del cuerpo. Por lo tanto, el cuerpo sale del reposo.

Los pares de acción-reacción siguen existiendo, pero en este caso, a diferencia del caso equilibrado anterior, las magnitudes de  $\vec{F}$  y  $\vec{F}'$  son distintas a las de  $\vec{R}$  y  $\vec{R}'$ .



El funcionamiento del cinturón de seguridad puede ser explicado mediante los principios de Newton. Cuando el automóvil en el que viajamos se detiene bruscamente, nuestro cuerpo tiende a seguir en movimiento a la misma velocidad que tenía el vehículo (principio de inercia). El cinturón de seguridad evita que salgamos expulsados en la misma dirección y sentido con los que viaja el automóvil.

Debate con tus compañeros sobre la importancia de usar cinturón de seguridad al viajar en un vehículo y cómo la investigación científica permite realizar avances que ayudan a la sociedad.

Luego, propongan un slogan que incentive el uso del cinturón de seguridad en los conductores.

---



---



---



---



**LAS TIC**

Ingresa el código [18TF2M107a](#) en tu aula digital y observa el video que ahí se muestra para identifiques la importancia del uso del cinturón de seguridad.

**Cierre de la misión**

Al comienzo de esta lección te propusimos escribir la letra de una canción para explicar las leyes de Newton. ¿Qué estrategias desarrollaste para llevar a cabo esta misión?

¿Cuál fue la recepción del curso al presentar la canción?, ¿cómo evaluarías el trabajo realizado?

¿Esta misión se incluirá en el proyecto del texto?

Fundamenta en la página 12.

---



---



---

**Reflexiono sobre lo que aprendí**

Lee y comenta las siguientes preguntas con tus compañeros y compañeras para saber si alcanzaste el propósito de la lección.

Contenido	Habilidades/Estrategias	Actitudes
¿Qué situaciones cotidianas comprendiste gracias a las leyes de Newton? Menciona un ejemplo en cada caso. ¿Qué contenidos aprendiste en esta lección?	¿Consideras que escribir una canción es una buena estrategia de aprendizaje?, ¿qué otras estrategias utilizaste satisfactoriamente en esta lección?	¿Qué implicancias éticas consideras que tienen los avances científicos y tecnológicos? ¿Qué importancia tienen los aportes realizados por científicos en la evolución del conocimiento y la comprensión del mundo?

Aplica

1 Un cañón de 400 kg, dispuesto en una superficie horizontal, dispara una bala de masa 20 kg, proporcionándole una aceleración de  $30 \text{ m/s}^2$ , tal como se representa en la imagen. ¿Qué aceleración adquiere el cañón debido a la fuerza ejercida por la bala? Supón que el roce entre las ruedas del cañón y el suelo es despreciable.



Analiza

2 Cuando Paz aplica una fuerza  $\vec{F}$  sobre una caja de masa  $m$ , esta se mueve con una aceleración  $a$ . ¿Qué ocurrirá con la aceleración si se desprecia el roce y Paz duplica la fuerza ejercida sobre la caja? Redacta una explicación y fundamentala con expresiones matemáticas.

---



---



---



---

Explica

3 Enuncia un ejemplo, distinto a los mencionados en el texto, en el que puedas evidenciar cada ley de Newton. Fundamenta cada ejemplo.

	Primera ley de Newton	Segunda ley de Newton	Tercera ley de Newton
Situación			
Fundamento			

Reflexiona

4 Lee la siguiente información y responde las preguntas.

**El funcionamiento del cinturón de seguridad puede ser explicado mediante los principios de Newton**

Quando viajamos en automóvil y este se detiene bruscamente, nosotros tendemos a seguir en movimiento, a la misma velocidad que tenía el vehículo.

El cinturón de seguridad evita que salgamos expulsados en la misma dirección y sentido con los que viaja el automóvil.

a. ¿Por qué es importante el uso del cinturón de seguridad en los automóviles? Explica utilizando conceptos científicos.

---



---

b. ¿Cómo se evidencian las tres leyes de Newton en el funcionamiento del cinturón de seguridad? Si lo deseas puedes buscar información adicional en Internet sobre las características y el funcionamiento del cinturón de seguridad y completa la siguiente tabla.

Primera ley de Newton	Segunda ley de Newton	Tercera ley de Newton

¿Cómo voy?

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Pídele ayuda de tu profesor o profesora.

Indicador	Ítem	Habilidad	Nivel de desempeño
Explicar situaciones cotidianas por medio de las leyes de Newton.	1, 2, 3 y 4	Aplicar, analizar, explicar y reflexionar.	<input type="checkbox"/> L: cuatro ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: dos o tres ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: uno o ningún ítem correcto.
L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr.			

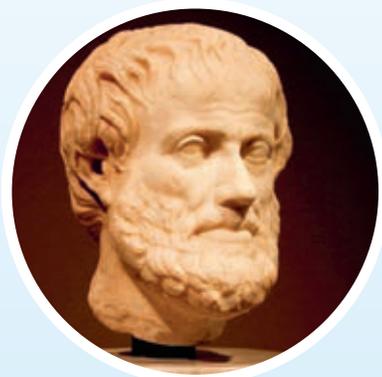
**Reflexiono sobre mi desempeño**

Según tu apreciación (1: en desacuerdo; 2: ni de acuerdo ni en desacuerdo; 3: de acuerdo), marca con ✓ las siguientes afirmaciones:

	1	2	3
He explicado satisfactoriamente las leyes de Newton por medio de ejemplos.			
Han sido efectivas las estrategias utilizadas para aprender.			
He reconocido la importancia de los aportes científicos en la evolución del conocimiento.			

## ¿Cómo se ha evolucionado el concepto de fuerza?

En la unidad aprendiste que no se puede producir ningún cambio, movimiento o actividad en un objeto dado sin una causa que lo genere, es decir, sin una fuerza que sea la responsable. Esta conclusión se ha desarrollado a lo largo de la historia gracias a la contribución de diferentes personajes que caracterizaron el concepto de fuerza.



**Aristóteles**  
(384–322 a. C.)

Filósofo y científico de la antigua Grecia, estableció que la fuerza es la causa del movimiento (como tirar o empujar) y postuló que para que, un cuerpo permanezca en movimiento, hay que aplicarle una fuerza. Por lo tanto, si se le deja de aplicar la fuerza, el cuerpo se detiene.



**William Gilbert**  
(1544–1603)

Físico y médico inglés, dió luces del concepto de fuerza eléctrica relacionándolo con el fenómeno de atracción que se producía al frotar ciertos materiales. A partir de esta idea, postuló que las fuerzas que mantienen a los planetas en su movimiento orbital alrededor del Sol se podían explicar como el resultado de una atracción magnética.



**Johannes Kepler**  
(1571–1630)

Astrónomo, matemático y físico alemán. En un comienzo planteó que la fuerza es el espíritu que anima a los cuerpos celestes y dirige sus movimientos. Luego, en 1608, describió la fuerza de atracción ejercida por la Tierra sobre un objeto como una línea o cadena magnética.

### Siglo IV a. C.

#### En el mundo

En esa época, Alejandro Magno lanzó su ejército contra el poderoso y extendido Imperio persa. En Mesoamérica se desarrolla la escritura zapoteca.

### Siglo XVI y XVII

#### En el mundo

Luego del descubrimiento de América, a finales del siglo XV, se sucedieron las grandes exploraciones españolas y portuguesas por el Nuevo Mundo, el Pacífico, Asia, etc.

#### En Chile

Hubo dos grandes terremotos: el de Concepción en 1570 y el que afectó a toda la Zona Sur en 1575, que destruyó las ciudades ubicadas al sur del Biobío.

¿Qué ley, actualmente, contradice este pensamiento?

---

---

---

Hasta el momento no se define qué es la fuerza; sin embargo, se tiene claridad de sus efectos. Considerando la época, ¿podrías indicar algunos de ellos?

---



---



---

¿Por qué crees que la imagen de las mujeres en ciencias se hace más evidente después del siglo XIX?

---



---



---



**Galileo Galilei**  
(1564–1642)

Físico y astrónomo italiano. Construyó el concepto de fuerzas a partir de varias ideas. En la primera, planteó que la fuerza era como una presión o transición que mueve al cuerpo en la dirección contraria a la que se movería de manera natural. Luego, planteó una nueva idea en que la fuerza era la causa del movimiento (tal como Aristóteles), pero la formalizó matemáticamente a través de los conceptos de masa y velocidad.



**¿Quién es el científico? Averigua:**  
(1642–1727)

Científico inglés que postuló que el movimiento de un cuerpo se caracteriza por su velocidad y su masa. Además, basándose en los trabajos de Galileo, reflexionó sobre el hecho de que los objetos “pesaban” en la Tierra y que los cuerpos celestes giraban en torno a otros cuerpos celestes. Esto lo llevó a establecer las tres leyes de la dinámica.



**Emmy Noether**  
(1882-1935)

Destacada matemática y física alemana. Albert Einstein la consideró como la mujer más importante en la historia de la matemática. En física, trabajó en las leyes de conservación, cuyos aportes permitieron resolver ciertos aspectos de la teoría general de la relatividad, que, entre otras cosas, describe cómo la fuerza de gravedad afecta el espacio-tiempo.

Siglo XVII

Actualidad

La física del siglo XXI busca unificar las fuerzas fundamentales en la llamada “teoría unificada de campos”. Sin embargo, aún persiste una serie de interrogantes que mantienen a esta ciencia en un camino de constante búsqueda.

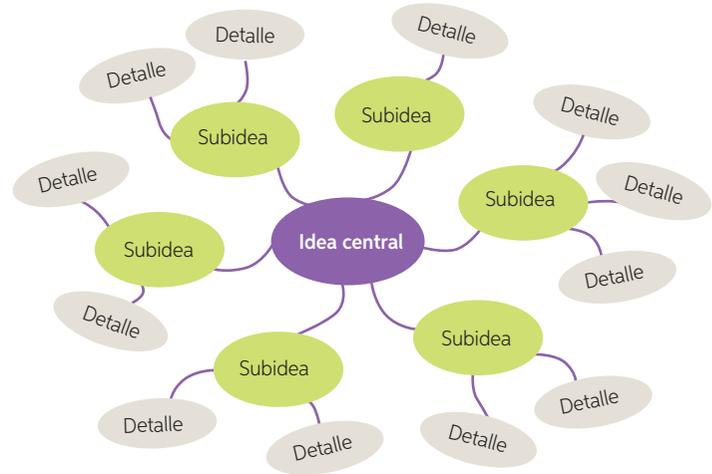
Trabaja con la información

- 1 Averigua sobre las dificultades que tuvieron los científicos del Renacimiento (siglo XIV al XVI) para presentar sus investigaciones y publicaciones. ¿Qué actitud hubieses tenido ante esas dificultades? Puedes asesorarte por tu profesor o profesora de Historia, Geografía y Ciencias Sociales.
- 2 ¿De qué manera la curiosidad por explicar los fenómenos cotidianos ha influido en el avance científico y tecnológico? Explica.
- 3 Si pudieras viajar al pasado, ¿a qué científico o científica te gustaría conocer?, ¿qué le dirías?

## Elaborando una TELA DE ARAÑA para ordenar los aprendizajes

La tela de araña es un organizador gráfico que permite establecer relaciones entre un concepto central y las ideas que se relacionan con él. Las telas de araña proporcionan una estructura que prioriza la información desde lo más general, con la idea central, a lo más específico con los detalles, tal como se muestra en la figura.

A continuación, te invitamos a conocer los pasos para construir una tela de araña que te servirá para implementar como estrategia de estudio.



**1**

### Definir la idea central

**PASO**

Define el concepto principal que engloba los contenidos tratados en la unidad:

---



---



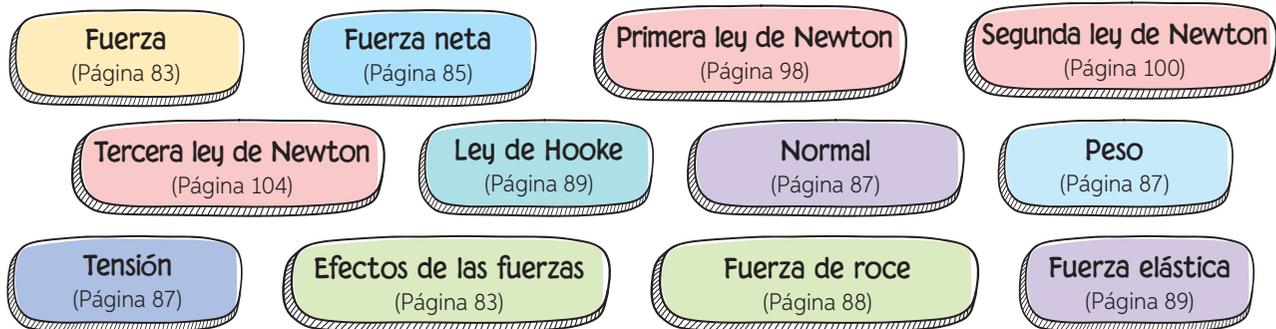
---

**2**

### Identificar las subideas

**PASO**

Pueden ser conceptos, definiciones, características, expresiones matemáticas o lo que te parezca apropiado según el contexto. En este caso, las subideas pueden ser:



**3**

### Relacionar las subideas con ciertos detalles

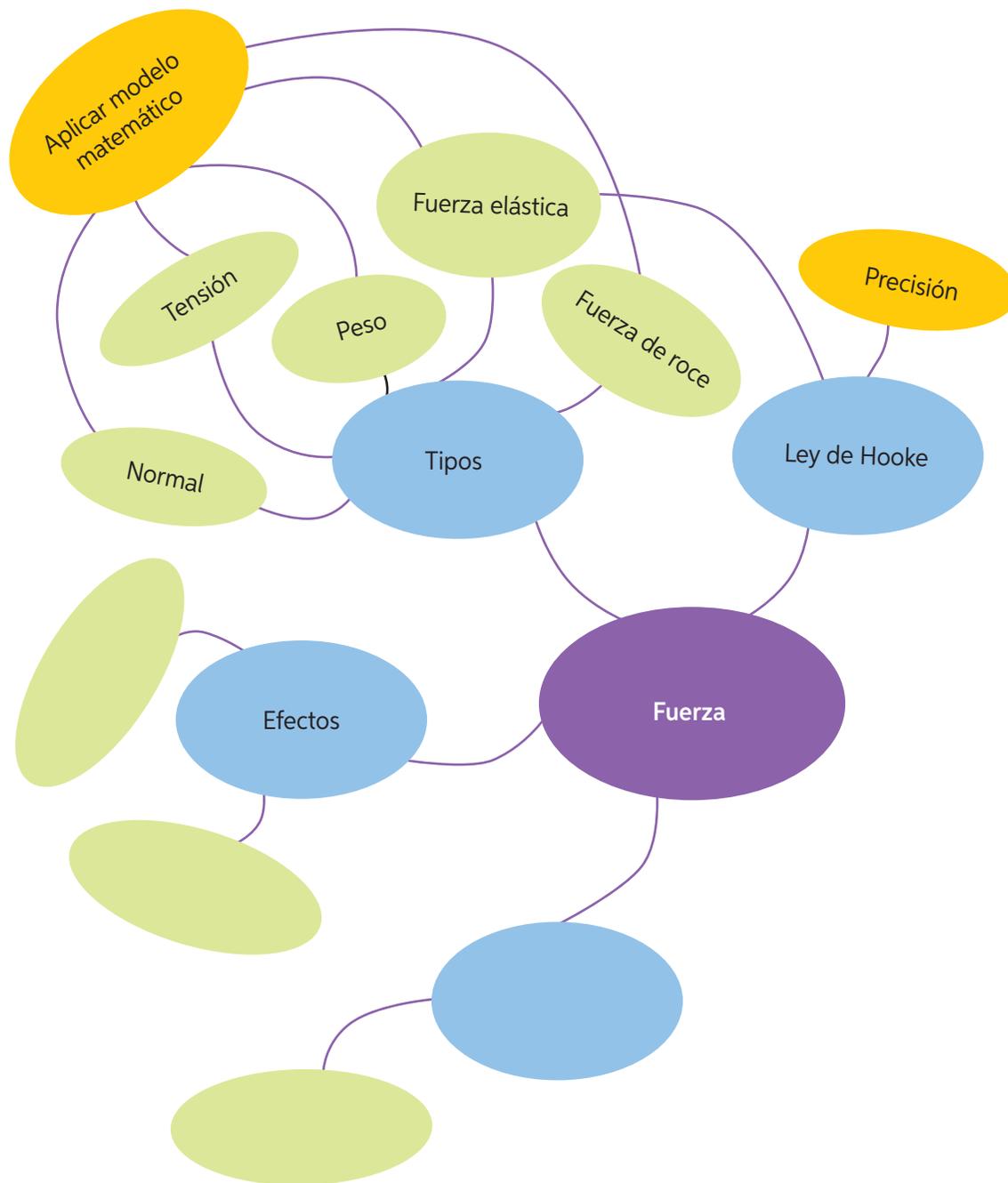
**PASO**

Para progresar con la construcción de la tela de araña, incluye detalles de las subideas que te permitan incluir los contenidos, habilidades y actitudes presentes en la unidad.

**PASO** 4

**Construye la tela de araña**

Completa el siguiente esquema representando los aprendizajes de la unidad.



**PASO** 5

**Reflexiona**

- ✓ ¿Qué beneficios consideras que tiene este tipo de organizador gráfico?
- ✓ ¿De qué manera implementarías este organizador como estrategia de aprendizaje en otras asignaturas?
- ✓ ¿Qué software o herramienta tecnológica usarías para elaborar una tela de araña?

# Evaluación final

Para que conozcas cómo va tu proceso de aprendizaje, te invitamos a realizar las siguientes actividades.

## Representa

**1** Ángela es la levantadora de pesas que conociste en el inicio de la unidad. A partir de su imagen:

a. Representa las fuerzas que interactúan en la situación.

b. ¿Qué tipo de roce se ejerce entre el pie y el suelo?

---

---

c. ¿Cuál es el valor de la fuerza neta?, ¿cómo lo determinaste?

---

---



## Aplica

**2** Susana se encuentra sobre una patineta inicialmente en reposo y ejerce una fuerza de 700 N sobre un muro para impulsarse. Como resultado, adquiere un movimiento hacia atrás. Si la masa conjunta de Susana y su patineta es 70 kg, y la fuerza de roce estático máximo es prácticamente nulo, responde las siguientes preguntas.

a. ¿Cuál es la aceleración que experimentó al empujar el muro?

---

---

b. ¿Cuál(es) ley(es) de Newton se ejemplifica(n)? Explica.

---

---

c. ¿Qué medidas de seguridad debería considerar Susana para andar en su patineta?

---

---

## Explica

**3** Si José, en la imagen, cae producto de la fuerza que ejerce la Tierra sobre él, ¿es correcto afirmar que José atrae a la Tierra? Fundamenta tu respuesta a partir de la tercera ley de Newton.

## Aplica

**4** ¿Cuál es el peso de una persona que posee 68 kg de masa?



Aplica

- 5 Kevin, es uno de los gimnastas que conociste al inicio de la unidad. Si él tiene una masa de 58 kg.
- ¿Cuál es su peso?
  - ¿Cuál es la tensión de cada una de las cuerdas que sostienen las argollas si se encuentran verticales?
  - ¿Hay fuerza de roce en el ejemplo? Fundamenta.



Analiza

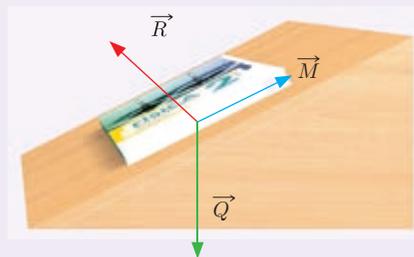
- 6 Seis niños juegan a tirar la cuerda y cada grupo lo hace con una fuerza de magnitud 125 (N).



- ¿Cuál es el valor de la fuerza neta sobre la cuerda? Explica los efectos de este valor.
- ¿Qué pasaría si la cuerda se rompe? Fundamenta.

Analiza

- 7 Alejandra deja su libro de Física sobre una superficie inclinada y nota que este se queda inmóvil. A partir de esta situación, Alejandra elabora un diagrama de cuerpo libre, que represente las fuerzas que interactúan sobre el libro, tal como se observa en la siguiente imagen:



¿A qué tipo de fuerza corresponde cada uno de los vectores representados?

$\vec{R}$	$\vec{M}$	$\vec{Q}$

### Evalúa

- 8 Renato y Amelia empujan simultáneamente una mesa durante cuatro segundos y en tres configuraciones distintas, tal como se observa en las siguientes imágenes.



Se sabe, además, que las fuerzas ejercidas por ambos tienen igual magnitud (aproximadamente 60 N) y que el roce entre las patas de la mesa y el suelo es prácticamente cero.

- ¿En cuál de los casos la mesa acelerará más?, ¿en cuál menos? Fundamenta.
- ¿Hacia dónde se moverá la mesa en cada uno de los casos? Elabora un diagrama de cuerpo libre en cada caso.

### Evalúa

- 9 Juan observa que dos basquetbolistas se empujan mientras juegan un partido. A partir de esta situación, le explica a Ana que ambos se mantienen en reposo producto de las fuerzas de acción y reacción de acuerdo a la tercera ley de Newton. A partir de esta situación, determina si la explicación de Juan es correcta y fundamenta utilizando los aprendizajes adquiridos en la unidad.



## Relaciono lo aprendido con Historia, Geografía y Ciencias Sociales

Ares es uno de los dioses del olimpo. Estos eran llamados así porque se creía que vivían, de acuerdo a los antiguos griegos, en un palacio situado en la cima del Monte Olimpo, que es el monte más alto de Grecia. Cada uno de ellos tenía sus propios atributos y representaba una fuerza de la naturaleza o una idea. Ares, hijo de Zeus y Hera, es el dios guerrero por excelencia y representa el dominio de la fuerza bruta sobre la inteligencia. Es muy impopular entre los dioses; incluso le resulta antipático a su propio padre. Es la antítesis de Atenea, diosa también guerrera, que encarna la fuerza inteligente y la astucia. ¿A qué crees que se referían los griegos con fuerza natural, fuerza bruta y fuerza inteligente? ¿Cómo se relacionan estos con la fuerza estudiada en física?



### ¿Cómo me fue?

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítem	Habilidad	Nivel de desempeño
Analizar los efectos de las fuerzas en diversos contextos.	1, 4, 5, 6, 7 y 8	Representar, interpretar, aplicar, analizar y evaluar.	<input type="checkbox"/> L: seis ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: tres a cinco ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: dos o menos ítem correcto.
Explicar las leyes de Newton en situaciones cotidianas.	2, 3 y 9	Aplicar, explicar y evaluar.	<input type="checkbox"/> L: seis ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: tres a cinco ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: dos o menos ítem correcto.

L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr.

### Reflexiono sobre lo que aprendí

¿Recuerdas las metas y estrategias planteadas al inicio de la unidad? Si no las recuerdas, vuelve a revisar las páginas 78 y 79. Luego, responde las siguientes preguntas.

¿Consideras que comprendes mejor las situaciones que ocurren a tu alrededor con el estudio de las fuerzas? ¿Cómo explicarías a un niño la idea de que la fuerza no se tiene?	¿Te resultó útil escribir un glosario con los aprendizajes de la unidad?, ¿cómo mejorarías esta estrategia? ¿Cumpliste tus metas?	¿De qué manera aplicaste los protocolos y normas de seguridad al ejecutar los procedimientos experimentales y en todas las actividades propuestas en la unidad?

UNIDAD

3

# TRABAJO Y ENERGÍA

## ¿Cuánta energía necesitamos para cada trabajo que realizamos?

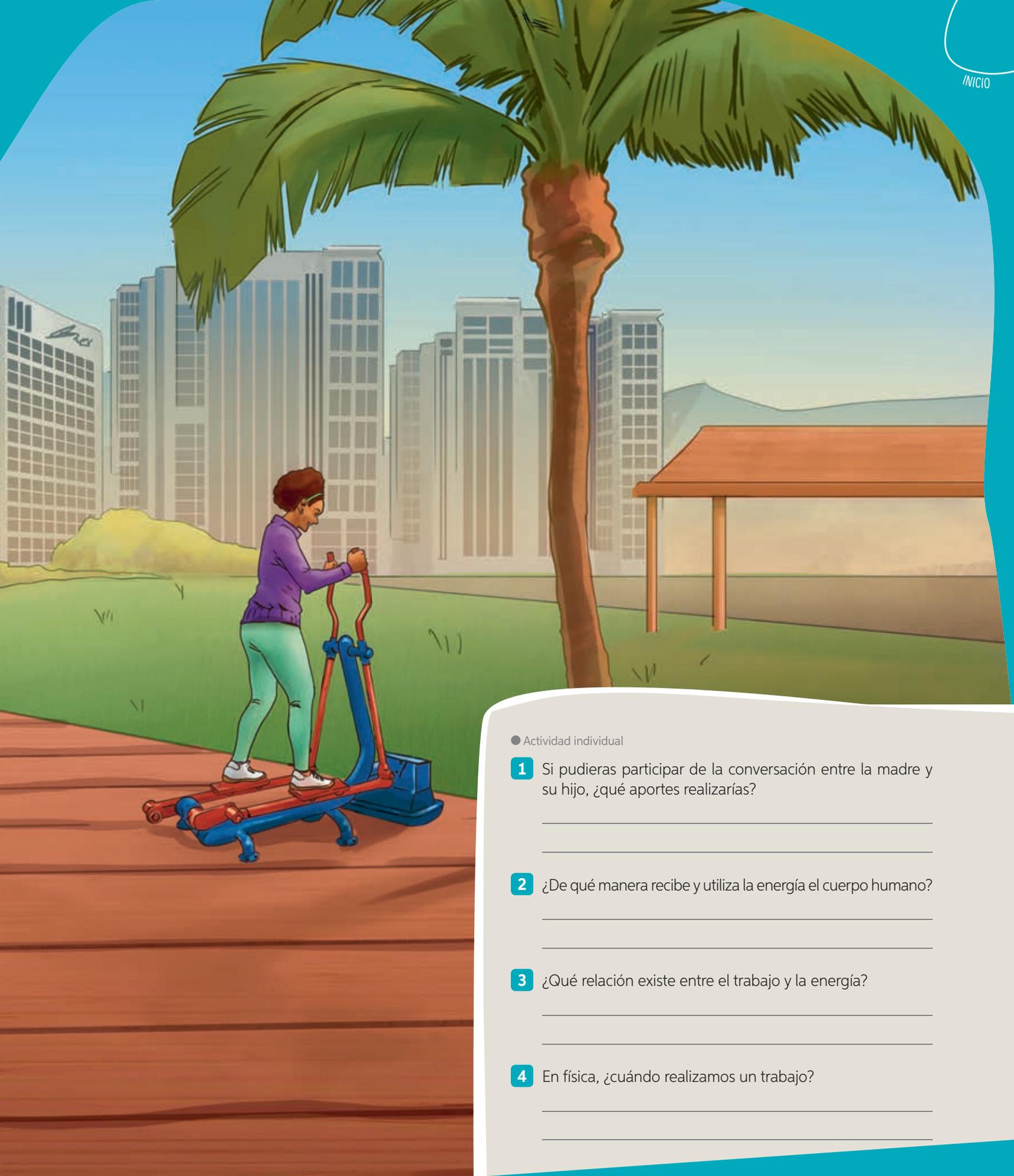


¡Se necesita mucho trabajo para realizar este ejercicio! Me canso muy rápido.

¿Por qué uno se cansa cuando realiza ejercicios, mamá?

Porque nuestro cuerpo necesita energía para funcionar.

Entonces, si uno se cansa ¿es porque está realizando un trabajo?



● Actividad individual

**1** Si pudieras participar de la conversación entre la madre y su hijo, ¿qué aportes realizarías?

---



---

**2** ¿De qué manera recibe y utiliza la energía el cuerpo humano?

---



---

**3** ¿Qué relación existe entre el trabajo y la energía?

---



---

**4** En física, ¿cuándo realizamos un trabajo?

---



---

## ¿CUÁNDO REALIZAMOS TRABAJO?

Para reconocer el trabajo mecánico, responde las siguientes preguntas a partir de la situación que se muestra en la ilustración.

¿Por qué lo dices, hijo?

Mira, mamá, ellos también deben estar cansados.

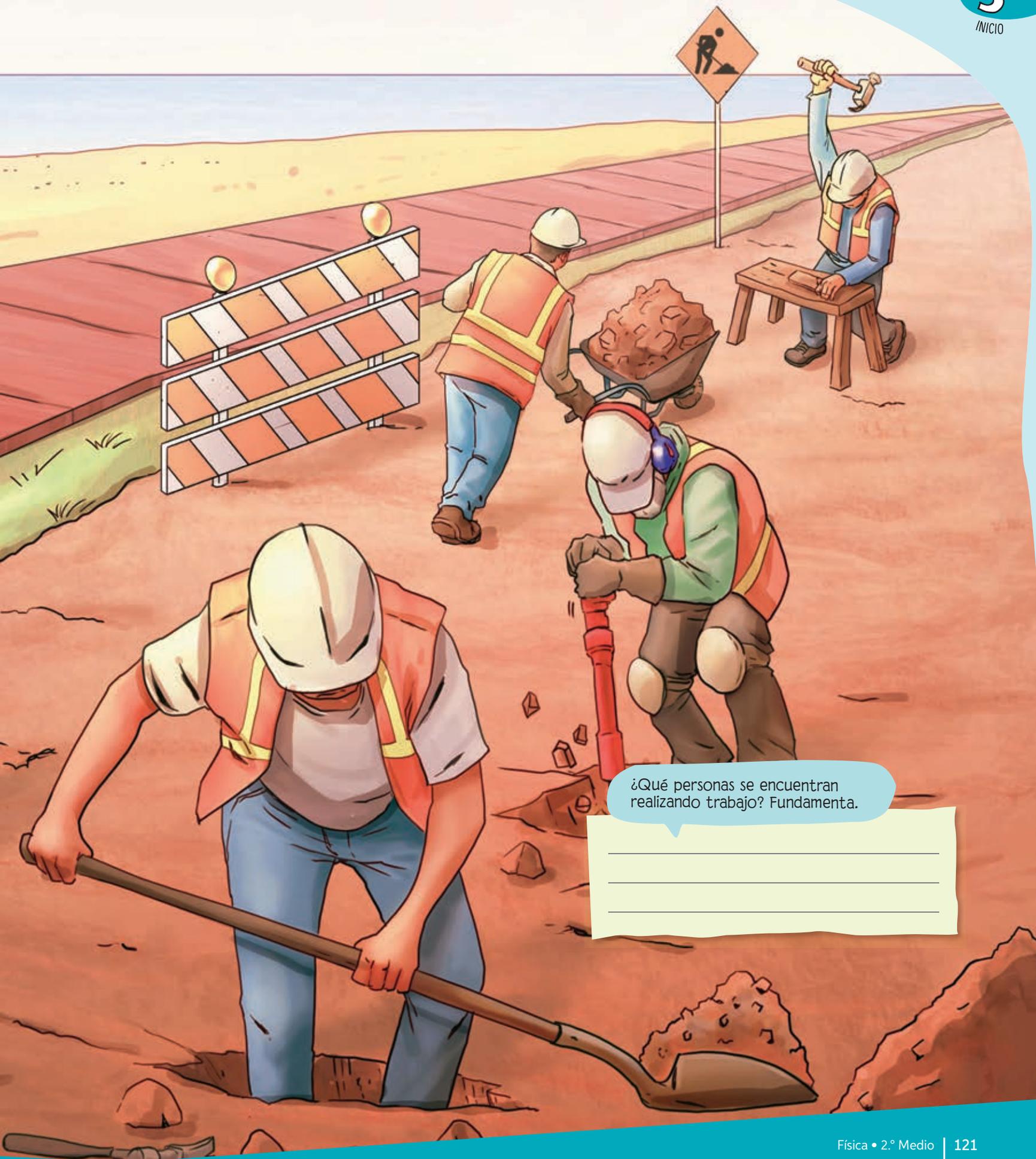
Porque están trabajando.

¿Qué opinas de la conclusión que estableció el hijo? Argumenta.

---

---

---



¿Qué personas se encuentran realizando trabajo? Fundamenta.

---

---

---

## ¿Qué aprenderás y descubrirás en la unidad?

Te presentamos las principales metas, estrategias y propósitos de la unidad. Luego, propón las metas que te gustaría lograr, las estrategias que emplearías para alcanzarlas y el propósito de estas.

Metas	¿Cómo alcanzarlas?	¿Para qué alcanzarlas?
Describir el movimiento de un objeto utilizando los conceptos de trabajo y potencia mecánica.	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Realizando actividades prácticas.</li><li>✓ Siendo perseverante.</li><li>✓ Analizando gráficos.</li><li>✓ Aplicando modelos.</li></ul>	Para comprender que el logro de los aprendizajes se obtienen mediante el trabajo riguroso, preciso y ordenado.
Usar la ley de conservación de la energía mecánica para explicar situaciones cotidianas.	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Realizando actividades prácticas.</li><li>✓ Ejecutando procesos científicos.</li><li>✓ Confeccionando presentaciones.</li></ul>	Para reconocer la importancia del entorno natural y sus recursos, manifestando conductas de cuidado y uso eficiente de los recursos naturales y energéticos
Analizar datos sobre colisiones entre objetos considerando la cantidad de movimiento y su conservación.	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Realizando actividades prácticas.</li><li>✓ Aplicando modelos.</li><li>✓ Confeccionando maquetas.</li></ul>	Para desarrollar pensamiento crítico que permita buscar evidencias para sustentar soluciones y respuestas a problemas cotidianos.
Propón tus propias metas para esta unidad. _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	Establece las estrategias que emplearás para el logro de tus metas. <ul style="list-style-type: none"><li>✓ _____</li><li>✓ _____</li><li>✓ _____</li><li>✓ _____</li><li>✓ _____</li><li>✓ _____</li><li>✓ _____</li><li>✓ _____</li><li>✓ _____</li><li>✓ _____</li></ul>	Identifica el propósito de tus metas. _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____

## ¿Cómo te gustaría protagonizar tu propio aprendizaje?

En esta unidad aprenderás las características de los conceptos de trabajo y energía mecánica. ¿Qué sabes sobre estos conceptos? ¿Qué te llama la atención de la energía? ¿Qué te gustaría aprender en esta unidad? ¿Qué dificultades crees que podrías enfrentar en esta unidad?

---



---



---



---

En las unidades anteriores desarrollaste diversas estrategias, como confeccionar afiches o escribir la letra de una canción. Propón una estrategia diferente, a las utilizadas anteriormente, que te permita desarrollar tus habilidades. Justifica tu elección.

---



---



---



---

¿Qué importancia tiene para ti el entorno natural? ¿De qué manera se pueden manifestar conductas de cuidado y uso eficiente de los recursos naturales y energéticos en favor del desarrollo sustentable y la protección del ambiente?

---



---



---



---

## ¿Cómo lograr mis metas?

Para que puedas llevar a cabo tus metas y adquirir los aprendizajes que se trabajarán en esta unidad, te invitamos a desarrollar la estrategia que propusiste anteriormente. Para ello, establece en tres pasos cómo la desarrollarás.

### ESTRATEGIA

---

PASO 1

---



---



---



---

PASO 2

---



---



---



---

PASO 3

---



---



---



---

# Trabajo y potencia mecánica

## Propósito de la unidad

Cuando escuchamos la palabra trabajo, por lo general se nos viene a la mente alguna tarea física o intelectual, ya sea preparar un informe para el colegio o trasladar nuestros cuadernos de un lugar a otro. Sin embargo, desde el punto de vista de la física, el concepto de trabajo tiene que ver con otras situaciones. ¿Te imaginas cuáles son?

En esta lección, aprenderás a explicar y calcular, con la ayuda de esquemas y modelos, el significado físico del trabajo mecánico y cómo este se relaciona con la potencia. Así, te darás cuenta de la importancia de realizar actividades de manera rigurosa, precisa y ordenada.

## CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD



### Carrera de autos solares

La Carrera Solar Atacama es la única competencia latinoamericana de vehículos solares y se realiza en Chile. En ella se reúnen equipos de diferentes partes del mundo para recorrer el desierto de Atacama. En su última versión, realizada entre el 21 y 26 de abril del año 2016, se presentaron 17 equipos, de Chile, Bolivia, Colombia e Italia.

En la versión del año 2016, el primer lugar se lo llevó el Equipo Solar Kan de Chile con su automóvil llamado AntüNekul 2s, que recorrió 1 736,9 km en un tiempo total de 36,2 horas; el segundo lugar lo obtuvo el equipo italiano Onda Solare, con el vehículo Emilia 3, al recorrer una distancia de 1 674,1 km en 33.6 horas.

El auto ganador, AntüNekul 2s, es alimentado exclusivamente mediante celdas solares de 6 m<sup>2</sup>, lo que le permite obtener una potencia de 1 200 watts, casi el doble de su predecesor, para alcanzar una velocidad entre 75 y 80 km/h. Sus baterías pesan 20 kg y pueden almacenar hasta 5,5 kWh (kilo watt hora), superando en un 30 % al primer modelo y llegando así a una velocidad sobre 100 km/h.

¿Qué características del auto solar AntüNekul 2s le permitieron obtener el primer lugar en la competencia? ¿Consideras que este tipo de vehículos pueden ser utilizados en la vida diaria? ¿Qué beneficios traería?

---



---



---



---



---



---



Auto solar AntüNekul 2s, proyecto liderado por estudiantes e ingenieros de la Universidad de Concepción en Chile.



Fuente: <https://twitter.com/AutoSolarUdeC>

➔ **Ciencia al día**

### La potencia del ser humano

Si el ser humano realiza una actividad intensa, puede desarrollar una potencia entre 400 y 1 300 watts. Esta potencia depende de la rapidez con la que el organismo puede tomar el oxígeno del entorno (lo que se conoce como tasa metabólica) la cual se puede aumentar de manera momentánea usando la reserva de oxígeno que poseen los músculos.

El cuerpo humano requiere energía para todas las funciones corporales, como el trabajo de los órganos del cuerpo, la regulación de la temperatura corporal e incluso para descansar; esto se conoce como metabolismo basal y corresponde a la mínima potencia que desarrolla el cuerpo humano para mantener sus procesos vitales. El metabolismo basal es el consumo más lento de energía en el cuerpo: se da en condiciones de reposo absoluto y en general se mide en kilocalorías por día; por ejemplo un joven de 1,6 m de estatura y de unos 56,5 kg de masa posee una tasa metabólica basal de 1 540 kcal/día; en cambio, una joven con la misma estatura y masa consume 1 290 kcal/día.

¿Por qué crees que la tasa metabólica basal en los hombres es mayor que en las mujeres? ¿Qué importancia tiene conocer la tasa metabólica basal? ¿Te parece interesante conocer cómo el organismo utiliza la energía de los alimentos para desarrollar sus funciones vitales?

---

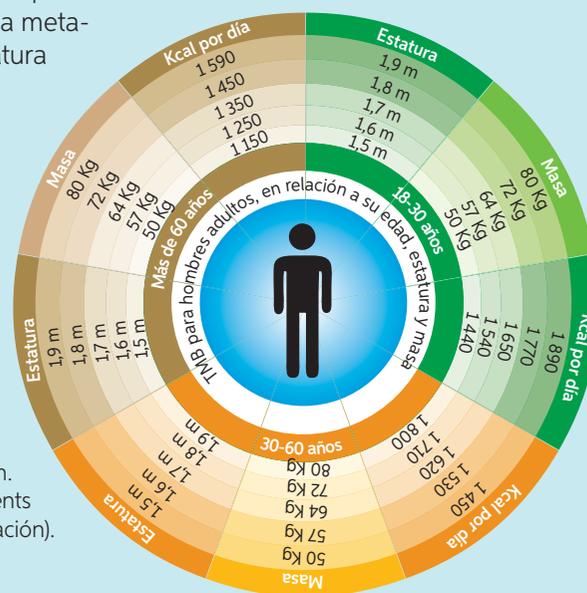
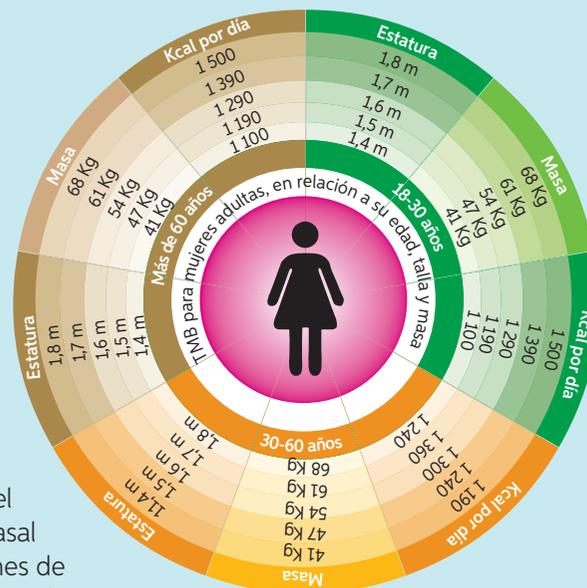


---



---

Fuente: Latham, C. (2002). *Nutrición humana en el mundo en desarrollo*. FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s00.htm#contents> (Adaptación).



➤ Tasa metabólica basal, en hombres y mujeres, según edad, estatura y masa corporal.

### Inicio de la misión

En esta lección, tendrás la misión de **crear un juego de mesa que te permita establecer la relación entre trabajo y potencia**. Para llevar a cabo este proyecto, puedes solicitar la ayuda de tu profesor o profesora de Educación Matemáticas, Además, debes confeccionar el manual y definir las reglas del juego. Para llevar a cabo esta misión, reúnete con tus compañeros de trabajo y realicen un plan para el desarrollo de este, considerando que al finalizar esta lección deberán mostrar su juego al curso.

---



---



---



---

# TEMA 1 → ¿Cuándo se realiza trabajo mecánico?

Es habitual asociar la noción de “trabajo” con alguna forma de esfuerzo, ya sea físico o mental. Sin embargo, desde el punto de vista de la física, no todo aquello que nos demanda un esfuerzo corresponde a un trabajo. Para que puedas comprender este concepto, te invitamos a analizar el efecto que tiene una fuerza sobre el estado de movimiento de un cuerpo y definir, desde esa perspectiva, el concepto de trabajo mecánico a partir de actividades que permitan lograr exitosamente el aprendizaje de conceptos y procedimientos.

¿Recuerdas los efectos que producían las fuerzas? Menciónalos e infiere cuál de ellos se relaciona con el concepto de trabajo.

---



---



---

## Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

## Actividad grupal

**Objetivo:** Reconocer qué fuerzas realizan desplazamiento.

**Habilidad:** Analizar y relacionar las características de un suceso.

**Actitud:** Ejecutar una actividad hasta lograr los aprendizajes.

**Tiempo:** 20 minutos.



Imagen 1. Desplazamiento de un libro.



Imagen 2. Dejar caer una pelota.

En parejas consigan un libro, una pelota y realicen el siguiente procedimiento:

1. Apoyen el libro sobre la superficie de la mesa y apliquen una fuerza horizontal para desplazarlo, tal como se muestra en la imagen 1.
2. Luego, dejen caer la pelota desde cierta altura, como se observa en la imagen 2. A partir del procedimiento, respondan:

a. ¿Qué fuerzas estudiadas en la unidad anterior están presentes en este procedimiento? Escribanlas.

---



---

b. En cada uno de los casos, ¿qué fuerzas afectaron el movimiento del objeto? Expliquen.

---



---

c. ¿Es correcto afirmar que todas las fuerzas producen desplazamiento? Fundamenten.

---



---

d. ¿Realizaron el procedimiento de manera rigurosa para cumplir su objetivo?

---



---

e. ¿Pudieron establecer correctamente la fuerza que provocó el desplazamiento en cada caso? Fundamenten.

---



---

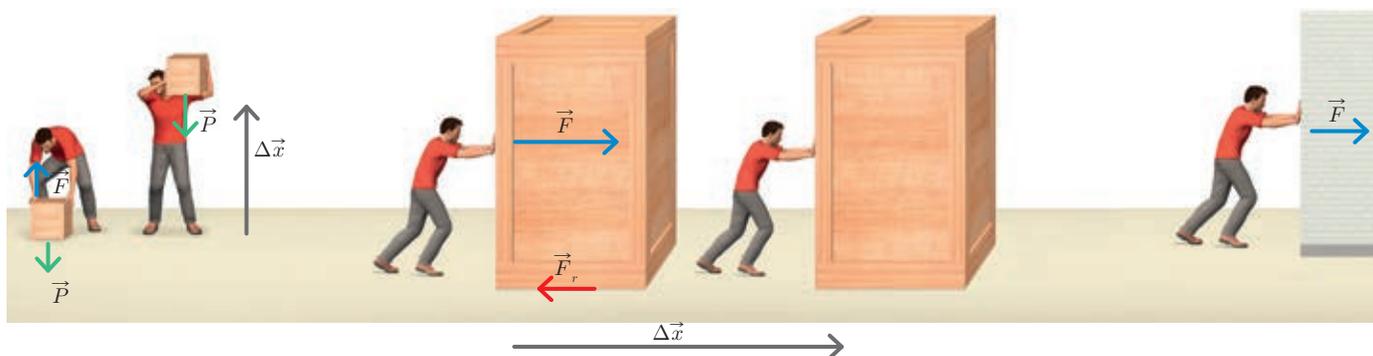
En la actividad anterior, seguramente pudiste identificar aquellas fuerzas que afectaron el movimiento de los objetos y pudiste concluir que no todas las fuerzas producen un desplazamiento. Entonces, ¿por qué algunas fuerzas producen desplazamiento y otras no? ¿Qué relación tiene esto con el trabajo mecánico?

Cuando una fuerza es aplicada sobre un cuerpo y produce el desplazamiento de este, se dice que **la fuerza realizó un trabajo mecánico sobre el cuerpo**.

No todas las fuerzas realizan un trabajo mecánico. Por ejemplo, el peso de una caja que se encuentra inmóvil sobre el suelo no efectúa trabajo, dado que no produce ninguna modificación en la posición de la caja ni afecta su desplazamiento.

En particular, una fuerza (o una de sus componentes) realiza un trabajo sobre un cuerpo cuando actúa en la misma dirección de su desplazamiento.

Para comprender mejor el trabajo mecánico, analicemos las siguientes situaciones:



Al levantar de manera vertical una caja, tanto la fuerza aplicada como el peso realizan un trabajo mecánico sobre esta.

Al deslizar la caja sobre una superficie horizontal, tanto la fuerza aplicada como el roce efectúan un trabajo, sin embargo, en esta situación el peso de la caja no realiza un trabajo, ya que no hay desplazamiento vertical.

Al empujar un muro, la fuerza aplicada no produce ningún efecto sobre la posición de este, por lo tanto, no se realiza un trabajo.

De esta manera, el trabajo mecánico  $W$  ocurre cuando se ejerce una fuerza constante de magnitud  $F$  sobre un objeto, ya sea para levantarlo o trasladarlo, producto de lo cual se logra un desplazamiento en la misma dirección y sentido de la fuerza, cuya magnitud es  $\Delta x$ . En consecuencia, el trabajo mecánico se puede expresar matemáticamente como:

$$W = F \cdot \Delta x$$

●●● Actividad grupal

### Determinemos el trabajo mecánico

Para mudarse de su casa, Paz traslada una caja, aplicando una fuerza horizontal de 15 N. Si alcanza a desplazarla una distancia de 3 m y se desprecia el roce con el suelo, ¿cuál es el valor del trabajo realizado?

### IMPORTANTE

Dado que la fuerza se mide en newton (N) y el desplazamiento en metros (m), el trabajo se mide en N·m. Este producto de unidades es equivalente al joule (J), que corresponde a la unidad de energía del Sistema Internacional.



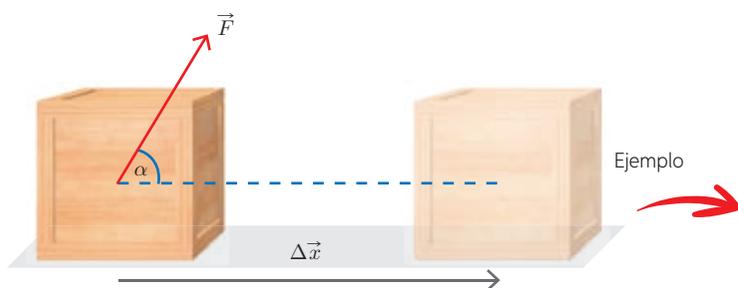
## Determinando el signo del trabajo mecánico

Dependiendo del ángulo que forman los vectores fuerza y desplazamiento, el trabajo mecánico puede ser negativo, positivo o nulo. A continuación, analizaremos en qué situaciones el trabajo posee las características señaladas.

### IMPORTANTE

En la situación considera que el roce es suficientemente pequeño, por lo que la fuerza aplicada sobre el objeto no provoca rotación del mismo, sino que solo afecta su desplazamiento en la dirección en que se aplica.

#### Trabajo positivo

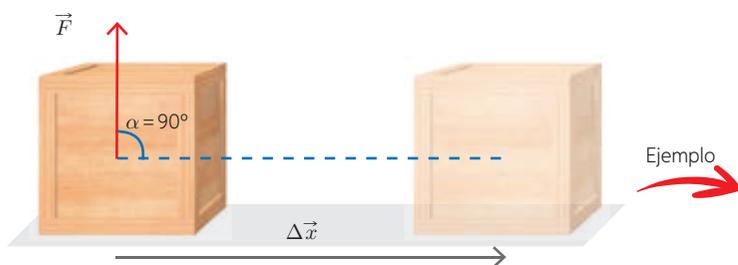


Una fuerza realiza trabajo positivo cuando favorece el movimiento de un cuerpo. Para que esto ocurra, el ángulo ( $\alpha$ ) entre los vectores fuerza y desplazamiento debe estar en el siguiente intervalo:  $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ . Es importante señalar que el trabajo realizado por una fuerza es máximo cuando  $\alpha = 0^\circ$ .

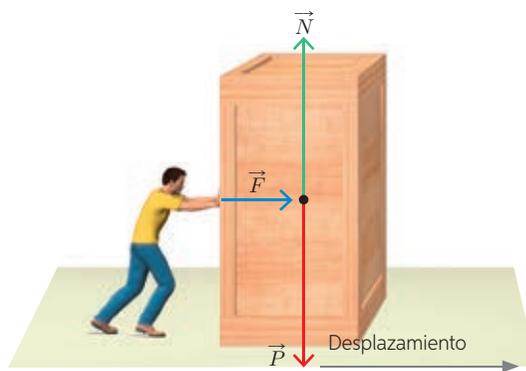


Si la fuerza ejercida por la joven logra desplazar la caja, entonces el trabajo realizado por dicha fuerza es positivo.

#### Trabajo nulo

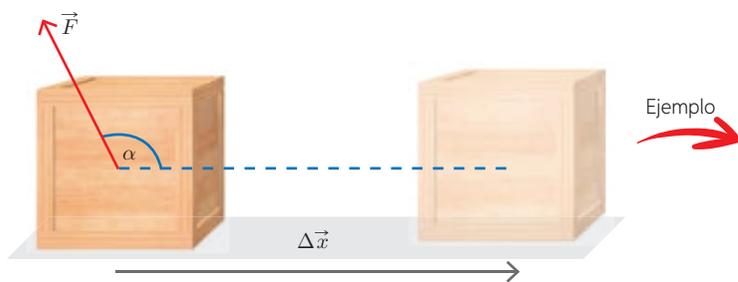


Para que el trabajo de una fuerza que actúa sobre un cuerpo sea nulo, la fuerza debe ser perpendicular al desplazamiento, es decir, el ángulo ( $\alpha$ ) entre el vector fuerza y el vector desplazamiento tiene que ser igual a  $90^\circ$ .

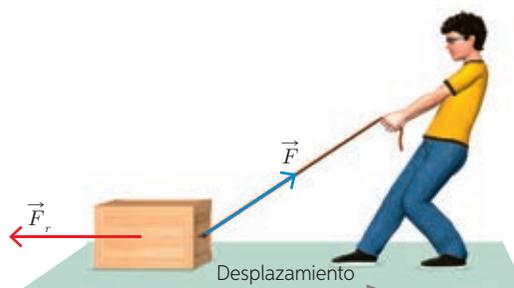


Al empujar una caja sobre una superficie horizontal, la normal y el peso no realizan trabajo, ya que son perpendiculares al desplazamiento.

#### Trabajo negativo



Una fuerza realiza un trabajo negativo cuando se opone al movimiento de un cuerpo. Para que esto ocurra, el ángulo ( $\alpha$ ) entre los vectores fuerza y desplazamiento debe estar contenido en el siguiente intervalo:  $90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$ .



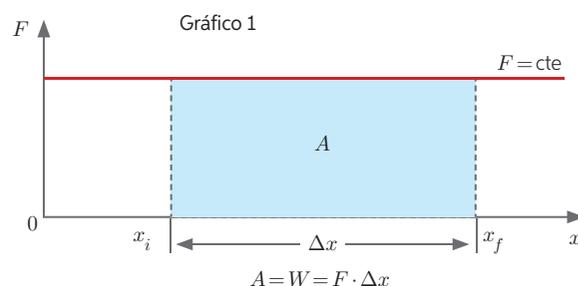
Al arrastrar una caja sobre una superficie horizontal, la fuerza de roce efectúa un trabajo negativo, ya que se opone a su movimiento.

## Interpretación gráfica del trabajo mecánico

Para representar de manera gráfica el trabajo realizado sobre un cuerpo, se recurre a un plano cartesiano. En el eje de las abscisas (eje horizontal), se indica la posición del cuerpo, mientras que en el eje de las ordenadas (eje vertical), se muestra la fuerza aplicada. Según las características de esta última, distinguiremos la representación gráfica de fuerzas constantes y de fuerzas variables, tal como veremos a continuación.

### Fuerzas constantes

Si una fuerza constante actúa sobre un cuerpo y lo desplaza en la dirección del eje horizontal, originará un desplazamiento. Al representar la fuerza en función de la posición, gráfico 1, se observa que el área comprendida entre la recta y el eje horizontal ( $F \cdot \Delta x$ ) equivale al trabajo realizado por la fuerza.

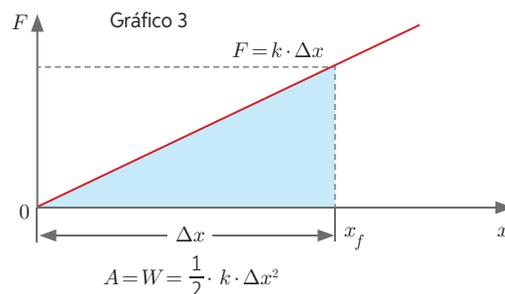
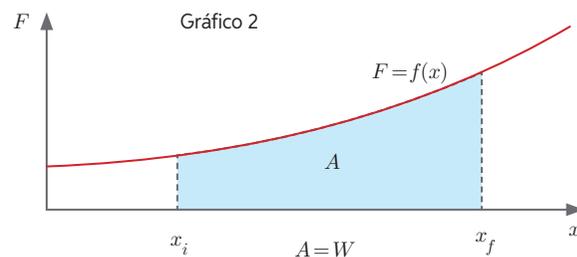


### Fuerzas variables

En muchas situaciones, la fuerza varía con la posición. En estos casos, la relación matemática para determinar el trabajo no se puede aplicar, ya que es válida solo cuando la fuerza es constante.

En el gráfico 2, el área entre la curva y el eje horizontal corresponde al trabajo mecánico. Sin embargo, para calcularla se requieren habilidades matemáticas más avanzadas.

Un caso de fuerza variable, en el que resulta simple determinar el trabajo, corresponde a la fuerza restauradora de un resorte, modelada mediante la ley de Hooke, siempre y cuando el resorte opere en su rango de elasticidad. En este caso, el trabajo mecánico corresponde al área del triángulo representado en el gráfico 3.



### ●●● Actividad grupal

#### Interpretemos el gráfico fuerza-elongación

Cuando Claudia analiza cómo varía el módulo de la fuerza que actúa en el extremo de un resorte en función de la elongación del mismo, obtiene el gráfico de la derecha. A partir de él, responde:

- ¿Qué tipo de fuerza actúa en la situación descrita?
- ¿Cómo calcularías el trabajo realizado por esta fuerza?
- ¿Cuál es el trabajo realizado por la fuerza cuando el resorte se estira desde  $x_0 = 0$  a  $x = 10$  cm?



## TEMA 2

## ¿Cómo se relaciona el trabajo mecánico con la potencia?

¿Has notado la diferencia entre trasladar un objeto pesado por un par de metros y desplazarlo por varias cuerdas? Probablemente has notado la diferencia, pero ¿estarás haciendo más trabajo al desplazar el objeto una distancia mayor? Para responder a esta pregunta, te invitamos a analizar modelos que te permitirán establecer relaciones entre los conceptos de fuerza, desplazamiento y tiempo a partir de actividades que fortalezcan el esfuerzo y tu perseverancia.

Si desplazas un objeto pesado por más tiempo, ¿harás más trabajo mecánico? Reflexiona en torno a la respuesta.

## Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

## Actividad grupal

**Objetivo:** Relacionar el trabajo mecánico con el tiempo.

**Habilidad:** Relacionar y predecir sucesos.

**Actitud:** Evaluar la forma de aprender.

**Tiempo:** 15 minutos.

¿Qué debo saber para realizar esta actividad?

---



---



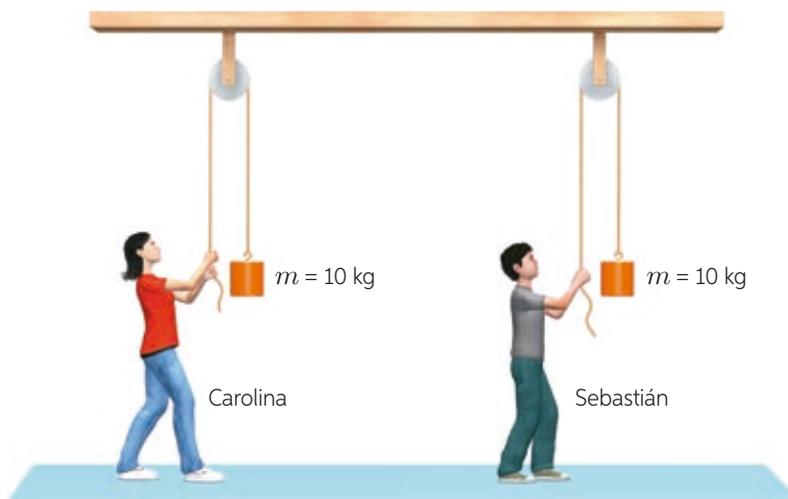
---



---

Reúnanse en parejas y lean la siguiente situación:

Dos amigos, Carolina y Sebastián, compiten para determinar cuál de ellos levanta con mayor rapidez una masa de 10 kg a una altura de 3 m, utilizando un sistema de poleas, tal como se representa en la imagen.



Al levantar la masa, Carolina demora 3 s y Sebastián 4 s.

Comenta con tu compañera o compañero la situación descrita. Luego, respondan:

- ¿Qué variables físicas están involucradas en la acción realizada por Carolina y Sebastián?
- ¿Cuál es el trabajo realizado por cada uno?
- ¿A qué creen que se debe que Carolina demoró menos tiempo?, ¿cómo se relaciona esto con el trabajo realizado?
- ¿Este tipo de actividad te permite adquirir nuevos aprendizajes? ¿Qué tipo de actividad consideras que te permite aprender de mejor manera?

En la situación anterior, descubriste que tanto Carolina como Sebastián debían efectuar el mismo trabajo, ya que el peso del cuerpo y el desplazamiento eran iguales. Entonces ¿qué concepto da cuenta de la diferencia entre los dos?

## Potencia mecánica

La potencia mecánica, corresponde a la rapidez con que se realiza un determinado trabajo. Por ejemplo, en el caso anterior, la potencia desarrollada por Carolina fue mayor que la de Sebastián, ya que realizó el mismo trabajo en menor tiempo.

Al igual que para el trabajo mecánico, existe una expresión matemática para determinar la potencia ( $P$ ), la que corresponde a la razón entre el trabajo ( $W$ ) y el tiempo empleado en realizarlo ( $t$ ), esto es:

$$P = \frac{W}{t}$$

A partir de esta expresión, podemos afirmar que mientras menor sea el tiempo empleado en efectuar un determinado trabajo, mayor será la potencia desarrollada. Pero, ¿cómo se relaciona la potencia con la rapidez?

Como ya estudiamos, el trabajo realizado por una fuerza de magnitud constante  $F$ , que actúa en la misma dirección y sentido que el desplazamiento de magnitud  $\Delta x$ , se expresa como:

$$W = F \cdot \Delta x$$

Al reemplazar esta expresión en la de potencia, obtenemos:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot \Delta x}{t} = \frac{F \cdot \Delta x}{t} = F \cdot v$$

De esta manera, la potencia depende de la rapidez del cuerpo sobre el que se aplica la fuerza.

●●● Actividad grupal

### Interpretemos el gráfico trabajo-tiempo

Camila mueve un librero aplicando sobre él una fuerza constante. El trabajo realizado por ella sobre el mueble se representa en el siguiente gráfico:

- ¿Qué representa la pendiente de la recta?
- ¿Cuál fue la potencia desarrollada sobre el librero entre los 0 y los 6 s?

### IMPORTANTE

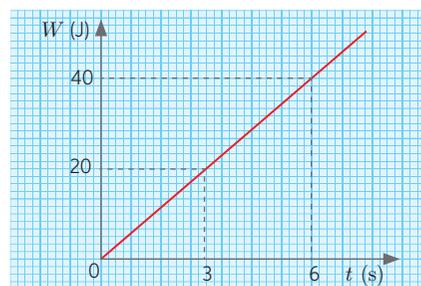
La unidad en la que se mide la potencia es el watt ( $W$ ), en honor al ingeniero e inventor escocés James Watt, quien realizó importantes aportes al desarrollo de la máquina a vapor. 1 watt representa la potencia de un sistema que realiza un trabajo de 1 joule en 1 segundo, es decir:

$$1 W = 1 \frac{J}{s}$$

### IMPORTANTE

Esta ecuación solo es válida para MRU y para fuerzas constantes.

Gráfico trabajo-tiempo



## Desarrollo de la misión

Ahora que conoces la relación entre la potencia y el trabajo mecánico, reúnete con tu grupo de trabajo y elaboren el juego de mesa que permita comprender esta relación. Para ello, pueden utilizar las ecuaciones, las imágenes o los ejemplos que consideren necesarios.

Al finalizar, establezcan las dificultades que enfrentaron en esta misión, así como las ventajas de elaborar un juego de mesa para adquirir nuevos aprendizajes.

---



---



---



---



---



---

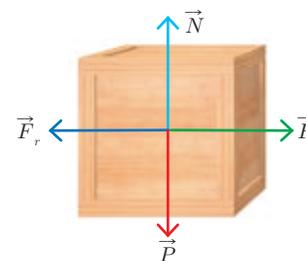
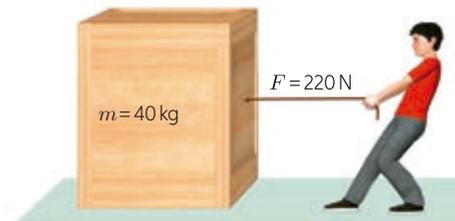
## Desarrollo de estrategias

Aprendiendo a aplicar modelos para determinar el trabajo y la potencia.

### Situación problema

Gabriel desplaza 2,5 m una caja de 40 kg de masa sobre una superficie horizontal. Para ello, le aplica una fuerza paralela a la superficie de 220 N. Considerando que el coeficiente de roce cinético es  $\mu_c = 0,18$ , responde:

- ¿Cuál es el trabajo resultante sobre la caja?
- Si el tiempo que tarda en desplazar la caja es de 32 s, ¿cuál será el valor de la potencia mecánica?



### PASO 1 Identifico las variables

Primero debemos identificar todas las fuerzas que actúan en el sistema; para ello es conveniente realizar un diagrama de cuerpo libre de la situación.

### PASO 2 Registro los datos

$$m = 40 \text{ kg} \quad \Delta x = 2,5 \text{ m} \quad \mu_c = 0,18 \quad F = 220 \text{ N} \quad t = 32 \text{ s}$$

### PASO 3 Utilizo los modelos

Para calcular el trabajo resultante sobre la caja, debemos determinar previamente el trabajo realizado por cada una de las fuerzas. De esta manera, el trabajo total corresponderá a la suma de los trabajos individuales. Entonces:

Trabajo realizado por la fuerza aplicada:

$$W_F = F \cdot \Delta x = 220 \text{ N} \cdot 2,5 \text{ m} = 550 \text{ J}$$

Trabajo efectuado por la fuerza de roce:

$$W_r = F_r \cdot \Delta x = \mu_c \cdot N \cdot \Delta x = \mu_c \cdot m \cdot g \cdot \Delta x$$

$$W_r = 0,18 \cdot 40 \text{ kg} \cdot -10 \text{ m/s}^2 \cdot 2,5 \text{ m} = -180 \text{ J}$$

El trabajo realizado por la fuerza peso (P) y por la fuerza normal (N) es nulo, ya que ambas fuerzas forman un ángulo de  $90^\circ$  con el desplazamiento, es decir:

$$W_P = W_N = 0$$

Luego, el trabajo resultante es

$$W_{total} = W_F + W_r + W_P + W_N = 550 \text{ J} - 180 \text{ J} + 0 + 0 = 370 \text{ J}$$

Finalmente, la potencia se determina como la razón entre el trabajo mecánico y el tiempo, es decir:

$$P = W_{total}/t = \frac{370 \text{ J}}{32 \text{ s}} = 11,563 \text{ W}$$

### PASO 4 Escribo la respuesta

El trabajo resultante sobre la caja corresponde a la suma de los trabajos realizados por cada una de las fuerzas, el que es igual a 370 J; la potencia mecánica es 11,563 W.

### PASO 5 Aplico lo aprendido

En una competencia, un deportista levanta verticalmente un peso de 140 kg de masa, desde el suelo hasta una altura de 2,4 m, en 0,4 s. Respecto a esta situación, responde:

- ¿Cuál es el trabajo que efectúa para levantar el peso y la potencia mecánica?
- ¿Realiza trabajo el deportista cuando sostiene el peso a 2,4 m de altura? Explica.
- ¿De qué manera seguir los pasos te permite resolver problemas de forma exitosa?

### El concepto de potencia en el mundo actual

En las páginas anteriores hemos estudiado el concepto de potencia desde el punto de vista de la mecánica. Sin embargo, el concepto es mucho más amplio y cotidiano de lo que podríamos pensar, dado que está presente en la mayor parte de los artefactos eléctricos y máquinas que utilizamos.

En los artefactos eléctricos, la potencia eléctrica se define como la cantidad de energía que estos pueden disipar (o transformar) por unidad de tiempo. Por ejemplo, en el caso de las ampollas, las de mayor potencia entregan más energía lumínica, o bien, un equipo de música de elevada potencia, proporciona una mayor energía sonora. Otro ejemplo es la potencia mecánica del motor de un automóvil de carrera. Esta se pone de manifiesto cuando puede hacer que aquel alcance una gran velocidad en un tiempo muy breve.

¿Cómo piensas que el concepto de potencia está presente en una aspiradora, una plancha y en un horno de microondas? Explica.

---



---



---



---



### Cierre de la misión

Al comienzo de la lección te invitamos a confeccionar un juego de mesa que permitiera comprender la relación entre trabajo y potencia. ¿Qué dificultades se presentaron a la hora de desarrollar su proyecto? ¿Qué cambios realizarías a su procedimiento para mejorarlo?

¿Esta misión se incluirá en el proyecto del texto?  
Fundamenta en la página 13.

---



---



---

### Reflexiono sobre lo que aprendí

Lee y comenta las siguientes preguntas con tus compañeros y compañeras, para conocer si alcanzaste el propósito de la lección.

Contenido	Habilidades/Estrategias	Actitudes
Hasta el momento, ¿has estudiado algunos de los conceptos que te interesaba conocer antes de iniciar la unidad? De no ser así, ¿qué temas te gustaría aprender?	¿Qué habilidades te han resultado más fáciles de trabajar?, ¿cuáles no? ¿Cuál fue la mejor estrategia que te permitió lograr el propósito de la lección?	¿Has podido cumplir con las metas que te propusiste al inicio? Si no ha sido así, ¿qué debes cambiar para que tu estudio sea más efectivo?

Identifica

1 ¿En qué intervalo debe encontrarse el ángulo ( $\alpha$ ) de acción de una fuerza para que esta realice un trabajo negativo? Fundamenta.

---

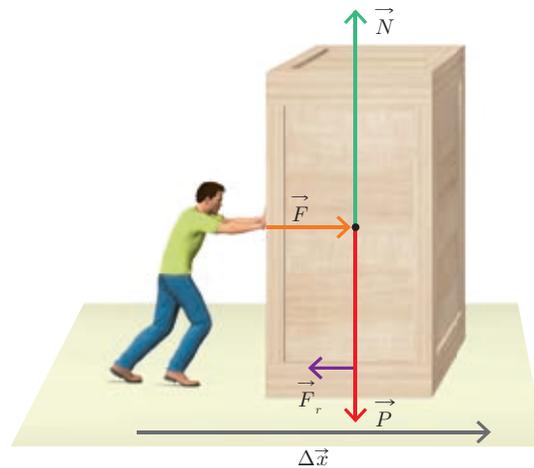


---

Identifica

2 Una persona desliza una caja sobre el suelo, tal como se representa en la imagen.

¿Qué fuerzas realizan trabajo sobre la caja y cuáles no? Considera que el roce es pequeño, por lo que la fuerza aplicada sobre el objeto no provoca rotación del mismo, sino que solo afecta su desplazamiento en la dirección en que se aplica.



Describe

3 Señala una situación, distinta de las que aparecen en el libro, en las que se realice trabajo positivo, negativo y nulo. Puedes realizar un esquema para representarlo.

Trabajo positivo	Trabajo negativo	Trabajo nulo

Explica

4 ¿Cómo le explicarías el concepto de potencia mecánica a una amiga o amigo?

---



---

Analiza

5 Felipe realiza un trabajo  $W$  en un tiempo  $t$  y Pablo efectúa el mismo trabajo, pero en un tiempo  $t/2$ . ¿Cuál de ellos desarrolla una mayor potencia?

---



---

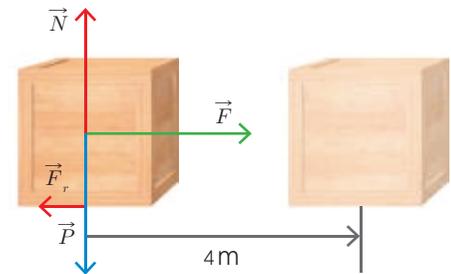
Aplica

6 Carolina aplica una fuerza en el extremo de un resorte, haciendo variar su longitud, tal como muestra el gráfico. ¿Cuál es el trabajo realizado por la fuerza sobre el resorte?



Aplica

7 Sobre una caja de 35 kg de masa, Natalia ejerce una fuerza de 300 N, paralela a la superficie horizontal y que produce que esta se desplace 4 m, tal como se representa en la imagen. Si el coeficiente de roce cinético entre la caja y la superficie es de 0,25, ¿cuál es el trabajo resultante sobre la caja? Considera que el roce es pequeño, por lo que la fuerza aplicada sobre el objeto no provoca rotación del mismo, sino que solo afecta su desplazamiento en la dirección en que se aplica.



Sintetiza

Confecciona un organizador gráfico que relaciones los conceptos, habilidades y actitudes desarrolladas en esta lección. ¿Qué tipo de organizador utilizarás?, ¿por qué?

¿Cómo voy?

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Si es necesario, pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítem	Habilidad	Nivel de desempeño
Identifiqué las características del trabajo mecánico y apliqué su relación matemática en diversos contextos.	1, 2, 3, 6 y 7	Aplicar e identificar.	<input type="checkbox"/> L: Cuatro o cinco ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: Dos o tres ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: Uno o ningún ítem correcto.
Explicé y apliqué el concepto de potencia mecánica en diversas situaciones.	4 y 5	Aplicar y explicar.	<input type="checkbox"/> L: Dos ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: Un ítem correcto. <input type="checkbox"/> PL: Ningún ítem correcto.

L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr

Reflexiono sobre mi desempeño

Según tu apreciación (1: en desacuerdo; 2: ni de acuerdo ni en desacuerdo; 3: de acuerdo), marca con ✓ las siguientes afirmaciones:

	1	2	3
He utilizados gráficos y esquemas para explicar los conceptos trabajados.			
He aplicado estrategias que me permiten adquirir nuevos aprendizajes.			
He manifestado interés por afrontar nuevos desafíos y aprender cosas nuevas.			

# Energía y su conservación

## Propósito de la lección

Para realizar cualquier tipo de actividad, ya sea para mover una caja, calentar los alimentos, andar en bicicleta; así también para que un ser vivo respire, crezca y se desplace, siempre se necesita de energía. Ningún proceso físico, químico o biológico es posible sin energía.

Para que sepas lo importante que es este concepto para la ciencia, en esta lección podrás realizar diferentes actividades que te permitirán explicar en situaciones cotidianas la ley de conservación de la energía para que puedas reconocer la importancia de manifestar conductas de uso eficiente de los recursos energéticos.

## CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD



### El potencial de Chile para el desarrollo de las energías renovables

Chile presenta una serie de condiciones geográficas que lo convierten en una nación privilegiada para la obtención de energía a partir de fuentes renovables. En un futuro no muy lejano, Chile podría convertirse en una potencia en energía solar a nivel mundial. Esta afirmación se basa en las excepcionales condiciones del Norte Grande aprovechables para este tipo de energía: radiación, claridad de los cielos y disponibilidad de espacio. Se estima que si se utilizara menos del 1 % de la extensión del desierto de Atacama, se podría abastecer toda la demanda energética de Chile el año 2030, y aún más, se produciría tanta energía que se cubriría la tercera parte de la energía requerida por todo el continente sudamericano.

Un estudio reciente, realizado por la embajada del Reino Unido, señala que Chile posee el potencial más alto del mundo para la generación de energía undimotriz (energía que se genera a partir del movimiento de las olas). Al menos 100 MW al año podrían ser instalados a partir del año 2020. Además, Chile tiene un potencial hidráulico y eólico

privilegiado, por lo que si se diversifica la matriz energética, toda la demanda del país debería ser cubierta por fuentes de energía renovables, lo que incidirá positivamente en el medio ambiente.

Fuente: Ministerio de Energía y Solar Energy Research Center Chile

1. ¿Cuál es la importancia de generar energía a partir de fuentes renovables?

---



---



---

2. ¿De qué manera piensas que contribuiría al ahorro energético el hecho de utilizar la energía proveniente del sol, del aire o del mar?

---



---



---



En la imagen se muestra la planta de generación de energía fotovoltaica más grande de Sudamérica, la planta "Amanecer Solar CAP" ubicada en la ciudad de Copiapó.

 **Ciencia al día**

**Generan energía eléctrica con solo caminar**

¿Has escuchado mencionar que la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma? Bajo este principio, llamado principio de conservación de la energía, se han diseñado distintos artefactos que permiten emplear y transformar las diferentes formas de energía. En particular, en los últimos años, se han creado algunos dispositivos que pueden usar la energía cinética del movimiento del cuerpo humano para generar energía eléctrica. Uno de ellos consiste en unas zapatillas que poseen, debajo de sus suelas, unos sensores que captan la energía cinética producida por la pisada y la transforman en un voltaje eléctrico de hasta 20 volt. Al emplear este tipo de calzado es posible aumentar la duración de las baterías de teléfonos o cargar cualquier tipo de artefacto eléctrico que sea portable.

Otro invento que utiliza la energía cinética del movimiento de las personas es la Pavegen, que es una baldosa flexible que genera luz a partir de las pisadas de los transeúntes. Al pisar la baldosa, esta comprime un resorte, cuyo movimiento es empleado para encender una luz LED. De esta forma, las pisadas de las personas pueden iluminar calles enteras.



Fuente: <http://www.pavegen.com/>

 Caminar para generar energía eléctrica.

¿Cómo las pisadas en las baldosas pueden generar energía eléctrica?

---



---

¿Cómo contribuye a la comunidad la generación de energía eléctrica a través de estos mecanismos?

---



---

**Inicio de la misión**

Considerando la importancia que tiene la energía para la sociedad actual, en esta lección tendrás la misión de confeccionar una presentación en *PowerPoint* o *Prezi* que plantee una estrategia de ahorro de energía para tu escuela.

Para llevar a cabo esta misión, reúnete con tres compañeros y en conjunto diseñen una estrategia que les permita ahorrar energía dentro de su establecimiento educacional. Para ello, planifiquen su trabajo, considerando que, al finalizar esta lección, deberán realizar la presentación de este.



---



---



---



---



---



---

## TEMA 1 → ¿Qué es la energía?

A diario utilizamos la energía para realizar todas nuestras actividades, pero ¿te has preguntado qué es la energía y de donde proviene?

En este tema aprenderás sobre la energía analizando diversas situaciones cotidianas que te permitirán aplicar relaciones matemáticas simples para determinar la energía cinética.

¿Qué formas de energías conoces? ¿Cómo las relacionarías con el concepto de trabajo mecánico?

---



---

### Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

### Actividad grupal

**Objetivo:** Reconocer y registrar aprendizajes previos.

**Habilidad:** Observar sucesos y relacionarlos con conocimiento previos.

**Actitud:** Mostrar interés por adquirir nuevos conocimientos.

**Tiempo:** 20 minutos.



Imagen 1.



Imagen 2.

Reúnanse en parejas y consigan un trozo de cartón de 30 cm x 20 cm, una caja de fósforos vacía, una regla, una bolita de cristal y tres libros. Luego, realicen el siguiente procedimiento:

1. Doblen el cartón por la mitad más larga y construyan un riel.
2. Con dos libros y el riel construyan un plano inclinado y ubiquen al final del riel la caja de fósforos tal como se muestra en la imagen 1.
3. Desde la parte más alta del riel dejen caer la bolita y observen qué sucede con la caja de fósforos. Midan el desplazamiento de la caja de fósforos.
4. Incorporen el otro libro para inclinar aún más el plano y vuelvan a ubicar la caja de fósforos al final del riel, como se muestra en la imagen 2.
5. Dejen caer la bolita por el riel y observen qué sucede con la caja de fósforos. Midan el desplazamiento de la caja de fósforo.
6. Comparen los resultados obtenidos en ambas situaciones. Luego, debatan y respondan a las siguientes preguntas:
  - a. ¿Qué conceptos estudiados en las lecciones anteriores están presentes en la experiencia realizada?

---



---

- b. ¿Cómo explicarían que la bolita que descendió por el riel más inclinado produjo un efecto mayor sobre la caja? Propongan una hipótesis.

---



---

- c. ¿De qué manera realizar esta experiencia, les permite aplicar sus conocimientos y adquirir otros nuevos?

---



---

Tal como pudiste notar en la actividad anterior, la bolita provoca un desplazamiento en la caja de fósforos al impactarla, de manera que, mientras mayor es la velocidad que adquiere la bolita, más desplaza a la caja de fósforos. A la capacidad que tiene un cuerpo (o un sistema) para poder realizar cambios en sí mismos o en otros se le denomina **energía**.

Para comprender mejor el concepto de energía, considera el lanzamiento de un basquetbolista. Cuando se lanza el balón, la fuerza aplicada por el cuerpo produce un trabajo sobre el balón, moviéndolo y trasladándolo hasta la canasta. Esta es la idea detrás del concepto de energía. En términos más amplios, se puede considerar a la energía como la capacidad que tienen los sistemas para modificar sus propiedades a lo largo del tiempo.

La variación de la energía de un cuerpo se puede ocasionar por ejemplo, producto de la modificación de su movimiento (aumento o disminución de su rapidez), el cambio en su forma, la modificación de su temperatura, entre otros. De esta manera, todo trabajo mecánico puede ocasionar un cambio en la energía.

La energía no puede ser creada ni destruida, solo se transforma de un tipo a otro, y se transfiere de un objeto a otro, como estudiaremos en esta lección.



●●● Actividad grupal

### Reconozcamos la energía en nuestro entorno

Reúnanse en parejas y, a partir de las siguientes imágenes, respondan las preguntas asociadas.



- ¿De qué forma está presente la energía en cada una de las fotografías?
- ¿Cómo se observa el concepto de trabajo mecánico en las fotografías?
- ¿Cómo creen que se relacionan el trabajo mecánico y la energía?

## La energía cinética

La energía cinética es aquella que se encuentra asociada al movimiento. Por ejemplo, una persona que trota, el agua de un río o el viento, varían su energía cinética.

En términos físicos, la energía cinética se define como la capacidad que posee un cuerpo para realizar un trabajo mecánico en virtud de su movimiento. Este trabajo se pone de manifiesto cuando el cuerpo se ve obligado a cambiar su estado de movimiento.

La energía cinética ( $E_C$ ) de un cuerpo depende simultáneamente de su masa y de su rapidez. El modelo matemático que integra estas variables y que permite determinar la energía cinética de un cuerpo es:

$$E_C = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Donde  $m$  es la masa del cuerpo medida en kg y  $v$  la rapidez medida en m/s, según el Sistema Internacional.

Al igual que el trabajo mecánico, la energía cinética se mide en joule (J) en el Sistema Internacional de unidades. De hecho,

$$1\text{J} = 1\text{N} \cdot \text{m} = 1\text{kg} \cdot \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2$$

La energía cinética es una magnitud escalar y siempre es mayor o igual a cero, ya que se anula solo si el cuerpo no tiene rapidez. De esta manera, si dos cuerpos de masas iguales se mueven con la misma rapidez, pero en direcciones distintas, tienen igual energía cinética.

### ●●● Actividad grupal

#### Relacionemos la energía cinética con el medio ambiente

Lean la siguiente afirmación y luego respondan las preguntas.

Existen varias maneras de generar energía eléctrica sin contaminar el medio ambiente, una de ellas es la energía eólica, que consiste en aprovechar la energía cinética del viento para convertirla, por medio de un generador, en energía eléctrica. En Chile, existen varios parques eólicos que abastecen a algunas ciudades; tal es el caso del parque Punta Palmeras, en Colbún, en la Región del Maule.

1. ¿De qué otras maneras se puede aprovechar la energía cinética para generar energía eléctrica en la naturaleza?
2. ¿De qué manera este tipo de energía contribuye al medio ambiente?



¿Qué otras manifestaciones de la energía cinética conoces?

---



---



Imagen del parque eólico Punta Palmeras.

## ¿Cómo se relaciona la energía cinética con el trabajo mecánico?

Cuando una fuerza neta (distinta de cero) actúa sobre un cuerpo, varía su estado de movimiento y, en consecuencia, produce un cambio en su rapidez, por lo que el trabajo realizado por la fuerza puede originar un cambio en la energía cinética de este.

Para determinar la relación formal entre el trabajo y la energía cinética, debemos considerar que el módulo de la fuerza neta que origina el desplazamiento del cuerpo es constante y paralelo al desplazamiento de un cuerpo. Por lo tanto, el trabajo será:

$$W = F \cdot \Delta x$$

Aplicando la segunda ley de Newton,  $F = m \cdot a$ , el trabajo se puede expresar como:

$$W = m \cdot a \cdot \Delta x \quad \text{1}$$

Dado que el cuerpo experimenta un movimiento rectilíneo y acelerado, se cumple que:

$$2 \cdot a \cdot \Delta x = v_f^2 - v_i^2$$

Despejando obtenemos:

$$a \cdot \Delta x = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2} \quad \text{2}$$

Al reemplazar la ecuación 2 en la expresión 1, obtenemos:

$$W = m \cdot \frac{v_f^2 - v_i^2}{2}$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_f^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_i^2$$

$$W = E_{c_f} - E_{c_i}$$

$$W = \Delta E_c$$

De lo anterior se infiere que el trabajo realizado por la fuerza neta se emplea en variar la energía cinética del cuerpo. Esta expresión se denomina **teorema del trabajo y la energía cinética**.

● Actividad individual

### Reflexiono sobre la energía cinética

Lee la siguiente afirmación y luego responde las preguntas.

*En el país, los accidentes de tránsito por imprudencias del conductor se pueden observar a diario y en muchas ocasiones la causa principal es el exceso de velocidad. En esta situación, cuando un vehículo transita a gran rapidez, lleva consigo una enorme cantidad de energía cinética, es decir, tiene la capacidad de realizar un trabajo de gran magnitud y, por lo tanto, al impactar puede ejercer una fuerza de grandes dimensiones, lo que originará graves consecuencias.*

- ¿Por qué es importante respetar las leyes del tránsito? Explica desde el contexto científico, y a partir de las evidencias.
- ¿Cómo podrías crear conciencia acerca de respetar los límites de velocidad?

### IMPORTANTE

Una de las principales herramientas de la física es la matemática. Esta permite validar, a través de su estructura lógica, los modelos y ecuaciones que representan determinados fenómenos naturales. La mayoría de las expresiones presentes en esta disciplina son el fruto de experimentaciones, mediciones y deducciones, como la relación entre trabajo y energía presentada en esta página. ¿Qué opinas sobre esto? ¿De qué manera has utilizado tus conocimientos en matemática para comprender mejor el mundo que te rodea?

## TEMA 2 → ¿Qué es la energía potencial?

Cada vez que subimos una escalera realizamos un trabajo, el que puede resultar especialmente agotador dado que lo hacemos en oposición a la fuerza de gravedad. Pero ¿qué tipo de energía se encuentra asociado a esta situación?

En este tema, describirás diferentes situaciones cotidianas en las que se encuentra presente la energía potencial. Para ello, realizarás diversas actividades que te permitirán comprender este tipo de energía y cómo se puede utilizar de manera eficiente.

¿Cómo se relaciona el concepto de potencia con la energía potencial? Infiere.

---



---

### Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

### Actividad grupal

**Objetivo:** Caracterizar la energía asociada a la posición.

**Habilidad:** Analizar evidencias.

**Actitud:** : Mostrar rigurosidad y perseverancia.

**Tiempo:** 25 minutos.

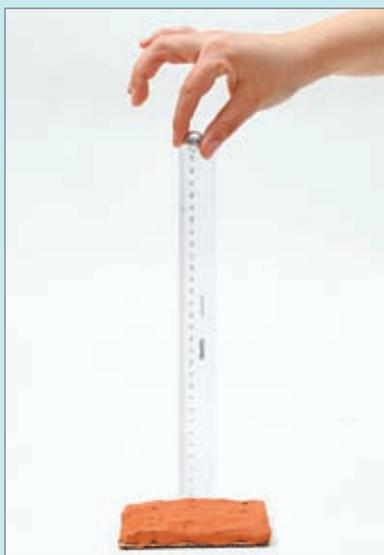


Imagen del procedimiento.

En grupos de tres integrantes consigan dos trozos de cartón de 10 cm x 10 cm, greda, una bolita de acero, una huincha de medir y realicen el siguiente procedimiento:

1. Cubran cada uno de los trozos de cartón con 1 cm de greda.
2. Desde una altura de 20 cm, dejen caer la bolita sobre uno de los cartones cubiertos por arcilla, tal como se muestra en la imagen.
3. Utilizando el otro cartón, repitan el procedimiento, pero esta vez, dejen caer la bolita desde una altura de 40 cm. Procuren que la bolita esté libre de residuos de greda para que mantenga sus características. Analicen los resultados y luego respondan las siguientes preguntas:

a. ¿Qué conceptos estudiados hasta el momento están presentes en la actividad?

---



---

b. ¿Qué diferencias observaron en la impresión dejada por la bolita sobre la greda en ambos casos? Describan.

---



---

c. ¿Cómo creen que se relaciona el resultado obtenido con el trabajo realizado por la bolita y la energía?

---



---

d. ¿Realizaron el procedimiento descrito de manera ordenada y rigurosa? De no ser así, ¿cómo podrían mejorar?

---



---



---

En la actividad anterior observaste que la bolita produjo un efecto más notorio sobre la greda cuando fue soltada desde una altura mayor. ¿A qué se debe esto?

## Energía potencial gravitatoria

A la capacidad que tiene un cuerpo de realizar un trabajo mecánico en función de su altura (o posición) y de su masa se le denomina **energía potencial gravitatoria**. La expresión que la representa es:

$$E_g = m \cdot g \cdot h$$

Donde  $m$  es la masa del cuerpo,  $g$  la aceleración de gravedad y  $h$  la altura. Al igual que la energía cinética, la energía potencial gravitatoria se mide en joule (J) en el Sistema Internacional de unidades.

Por ejemplo, cuando se mueve un objeto por un plano inclinado, la energía potencial dependerá de la altura a la que se encuentre el objeto.

El máximo de energía potencial gravitatoria se obtiene en lo alto de la pendiente.



Para mover la caja hacia arriba hay que proporcionarle energía. En este punto  $E_g = 0$

### ●●● Actividad grupal

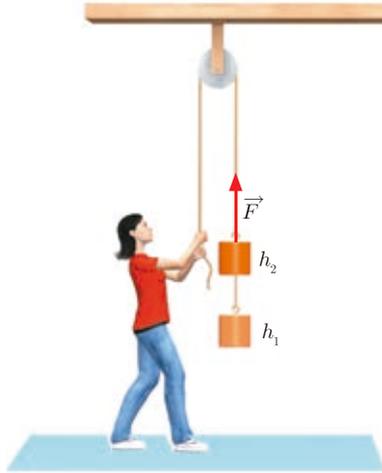
#### Determinemos la energía potencial gravitatoria

Lorena es alpinista y se encuentra escalando una colina de 784 metros. ¿Cuál será su energía potencial al llegar a la cima de la colina? Para determinarlo, reúnanse en parejas y consideren que la masa de Lorena es de 63 kg y que la aceleración de gravedad es 10 m/s<sup>2</sup>.



## ¿Cuál es la relación entre la energía potencial gravitatoria y el trabajo mecánico?

Para determinar la relación entre la energía potencial gravitatoria y el trabajo mecánico, consideremos la siguiente situación: un objeto de masa  $m$ , situado a una altura  $h_1$ , es elevado con velocidad constante y por una fuerza  $F$  (de igual magnitud que el peso del objeto) hasta una altura  $h_2$ , tal como se muestra a continuación:



En esta situación, el trabajo realizado por la fuerza aplicada para desplazar el objeto será:

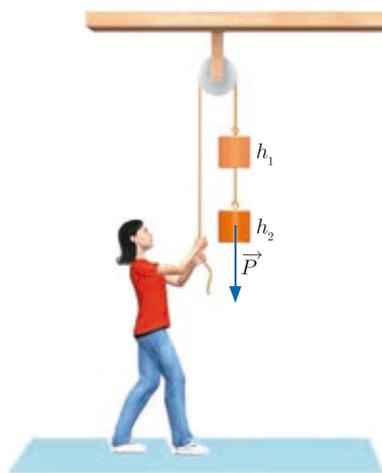
$$W = F \cdot \Delta h$$

$$W = m \cdot g \cdot h_2 - m \cdot g \cdot h_1$$

$$W = \Delta E_g$$

Entonces, trabajo realizado por la fuerza ejercida corresponde a la variación de la energía potencial gravitatoria.

## ¿Qué pasa con el trabajo de la fuerza peso?



Cuando la caja se desliza hacia abajo, lo hace por la acción de la fuerza peso. Aquí, el trabajo realizado por la fuerza peso es:

$$W = P \cdot \Delta h$$

$$W = m \cdot g \cdot h_1 - m \cdot g \cdot h_2$$

$$W = -\Delta E_g$$

¿Por qué la acción de la fuerza peso hace que el trabajo sea la variación negativa de la energía potencial gravitatoria?

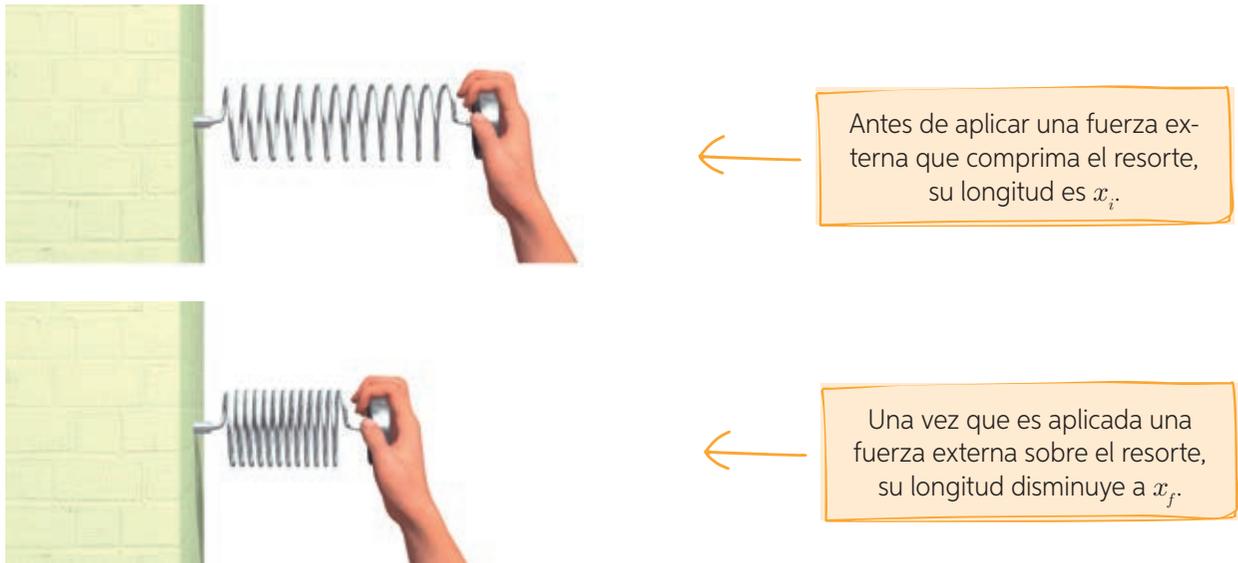
---



---

## Energía potencial elástica

La energía potencial también puede ser elástica. Por ejemplo, para comprimir un resorte con velocidad constante, debemos aplicar una fuerza que haga variar su longitud desde  $x_i$  hasta  $x_f$ , tal como se representa en la siguiente imagen:



Cuando el resorte es comprimido (o estirado), decimos que posee energía potencial elástica. Esta se expresa como:

$$E_e = \frac{1}{2} \cdot k \cdot (\Delta x)^2$$

Como la constante de elasticidad se mide en N/m y la elongación en m, entonces la energía potencial elástica se mide en N·m, lo que equivale al joule (J) en el Sistema Internacional de unidades.

### ¿Cuál es la relación entre la energía potencial elástica y el trabajo?

En la situación anterior, también hay una relación entre el trabajo y la energía, pues cuando sobre el resorte se ejerce una fuerza que hace variar su elongación, podemos asumir que el trabajo mecánico realizado por dicha fuerza es equivalente a la variación de energía potencial elástica, esto es:

$$W = \Delta E_e$$

Hay que aclarar que un resorte puede almacenar energía potencial elástica cuando se lo comprime (imagen 1) y puede realizar trabajo cuando se lo libera (imagen 2).

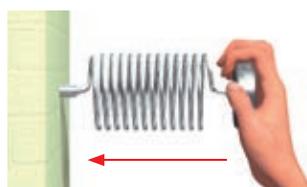


Imagen 1.

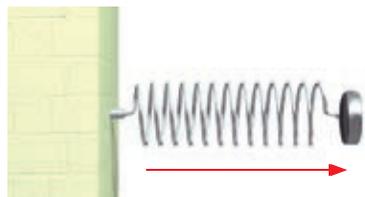


Imagen 2.

Ahora que ya estudiaste este tema, vuelve a responder la pregunta inicial de la página 142. ¿Cuál es la relación que se puede establecer entre la energía potencial y la potencia?

---



---

### Apreniendo a desarrollar procesos científicos: ¿De qué manera se comporta la energía de un cuerpo en caída libre?

**Objetivo:** Inferir que la energía mecánica de un sistema tiende a mantenerse constante.

**Habilidad:** Formular conclusiones apoyándose en teorías y conceptos en estudio.

**Actitud:** Mostrar interés, curiosidad, rigor y perseverancia.

#### Situación problema

Seguramente han observado una gran cantidad de fenómenos en los que se encuentran involucradas diferentes formas de energía. Por ejemplo, cuando un auto asciende por una cuesta, posee energía cinética ya que se encuentra en movimiento, pero simultáneamente adquiere energía potencial gravitacional debido a que su altura, respecto de un nivel de referencia, aumenta. ¿Existirá, en este caso, una relación entre ambos tipos de energía? Para indagar acerca de aquello, reúnanse en grupos de cuatro o cinco integrantes y realicen la siguiente experiencia.

Para este taller les proponemos la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo es la energía total (energía cinética más energía potencial) de un cuerpo en caída libre? Respecto de la pregunta, propongan una o varias hipótesis. Para ponerlas a prueba, realicen el siguiente diseño experimental.

#### Procedimiento experimental

1. Reúnan los siguientes materiales: una pelota, una balanza, una cinta métrica, un celular con cámara y algunos papeles adhesivos de colores.



2. Descarguen en su celular una aplicación de libre uso, que les permita realizar y reproducir un video en cámara lenta (*slow motion*).



3. Frente a un muro, desde el suelo midan 1,5 m y utilizando los adhesivos, hagan marcas de color en este cada 50 cm, tal como se muestra en la imagen. Luego, midan y registren la masa de la pelota en kg.



4. Con el celular, graben un video de la pelota cayendo desde 1,5 m de altura. Procuren que la filmación sea de forma simultánea a la caída. Repítanla varias veces hasta obtener un registro óptimo.



### Organización de los datos

Para completar la siguiente tabla, deben reproducir el video en cámara lenta, observando el cronómetro que aparece junto con la reproducción. Cuando la pelota pase frente a cada una de las marcas, deben pausar el video y registrar el tiempo medido.

Marca	Altura (m)	Tiempo (s)
1	1,5	0
2	1,0	
3	0,5	
4	0,0	

- a. ¿Qué fuentes de error podrían haber afectado sus mediciones? ¿Fueron rigurosos al realizar sus mediciones? De no ser así, ¿qué parte o partes del procedimiento piensan que deberían repetir?

### Análisis e interpretación de evidencias

- b. Al soltar el cuerpo, ¿qué ocurre con la energía potencial gravitatoria a medida que la pelota cae?, ¿qué sucede con la energía cinética? Expliquen.
- c. Utilizando la siguiente expresión:  $E_g = m \cdot g \cdot h$ , determinen la energía potencial gravitatoria de la pelota para las marcas 1, 2 y 3. Como la última marca se encuentra casi a nivel de suelo, consideraremos que la energía potencial en dicho punto es prácticamente cero.
- d. Empleando la expresión de caída libre ( $v_f = v_i + g \cdot t$ ) estudiada en la unidad 1, determinen la rapidez de la pelota en las marcas 2, 3 y 4. Para ello, deben considerar que la rapidez inicial de la pelota es igual a cero y utilizar los valores del tiempo para cada una de las marcas. Luego, utilicen la expresión  $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$  para calcular la energía cinética en cada caso.
- e. Con sus resultados, completen la siguiente tabla:

Marca	Energía potencial ( $E_g$ )	Energía cinética ( $E_c$ )	Energía total $E_T = E_g + E_c$
1			
2			
3			
4			

### Elaboración de conclusiones

- f. ¿Qué ocurre con la energía cinética y potencial a medida que cae la pelota?
- g. ¿Cómo es la energía total del cuerpo en la caída libre? ¿Validaron su hipótesis? Expliquen.
- h. ¿Se puede establecer que la energía total de un cuerpo, en caída libre, permanece constante?, ¿por qué?

### Comunicación de los resultados

Preparen un informe escrito en el que se respondan las siguientes preguntas: ¿cuál fue el problema de investigación?, ¿qué hipótesis propusimos?, ¿en qué consistió el diseño experimental?, ¿cuáles fueron nuestras conclusiones?

## TEMA 3 → ¿Qué es la energía mecánica?

En la realidad, es muy difícil que un cuerpo o un sistema presente una sola forma de energía. Por ejemplo, si un estudiante se traslada desde el primer piso de su colegio hacia el segundo piso, este presentará energía cinética y potencial respecto del suelo. Para dar cuenta de la energía total de un cuerpo o sistema, te invitamos a analizar con rigurosidad algunas situaciones en las que se observan las energías de un sistema y a definir el concepto de energía mecánica.

¿Cuál es la relación entre la energía cinética y la energía potencial? Puedes ayudarte con las conclusiones obtenidas en el **A poner en práctica**.

---



---

### Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

### Actividad Individual

**Objetivo:** Analizar el comportamiento de un resorte en términos de su energía.

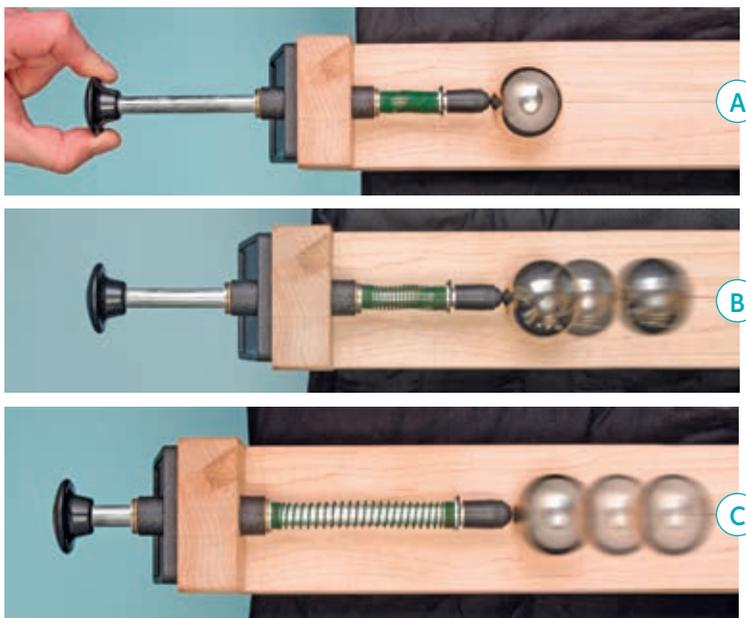
**Habilidad:** Describir y analizar las características de un suceso.

**Actitud:** Mostrar interés por conocer sucesos científicos.

**Tiempo:** 15 minutos.

Analiza la siguiente situación y luego responde las preguntas asociadas.

En el juego pinball, el dispositivo de lanzamiento consiste en un resorte que se puede comprimir y luego liberar, entregándole impulso a una bola, tal como se muestra en la siguiente imagen:



a. ¿Qué sucederá cuando el resorte se encuentre totalmente comprimido?

---

b. En términos de la energía, ¿qué implica que el resorte se estire completamente?

---

c. ¿En qué momento del suceso se pueden observar los efectos de la energía cinética y la potencial elástica?, ¿existe una relación entre ellas?

---

d. ¿De qué manera el análisis de ciertos sucesos te permite indagar sobre tus conocimientos previos?

---

En el juego pinball se pueden evidenciar diferentes tipos de energía, sin embargo, para dar cuenta de la energía total de un cuerpo o sistema, recurrimos al concepto de energía mecánica.

Tal como pudiste analizar en la actividad anterior, Antes de lanzar la bola (A), el resorte se encuentra en su máxima compresión. En dicho momento, toda la energía mecánica del sistema (bola y resorte) es potencial elástica. Luego, al momento de liberar el resorte (B), la energía del sistema es potencial elástica, dado que el resorte aún se encuentra descomprimiéndose; y cinética, ya que la bola y el resorte están en movimiento. En este punto, la energía mecánica del sistema es potencial elástica y cinética. Finalmente, y una vez que el resorte se encuentra completamente extendido (C), toda su energía potencial elástica fue cedida a la bola, que solo posee energía cinética. Por lo tanto, la energía mecánica del sistema es cinética.

Es así que, la energía mecánica  $E_M$  del sistema se puede expresar como:

$$E_M = E_C + E_e$$

En general, para un sistema que puede adquirir y transformar su energía cinética ( $E_C$ ) en energía potencial ( $E_P$ ), ya sea gravitatoria ( $E_g$ ) o elástica ( $E_e$ ), la energía mecánica resulta:

$$E_M = E_C + E_P$$

Como la energía es una magnitud escalar, la energía mecánica resultará ser la suma algebraica de las diferentes formas de energía.

### La conservación de la energía mecánica

Con el desarrollo de la actividad anterior, pudiste concluir que la energía potencial de un cuerpo se transforma poco a poco en energía cinética.

Si despreciamos la resistencia del aire, la suma de la energía potencial gravitatoria y cinética se mantiene constante (tal como seguramente inferiste en el A poner en práctica de las páginas 146 y 147). Esto es:

$$E_M = E_g + E_C = \text{"constante"}$$

Podemos enunciar lo anterior de la siguiente manera:

En ausencia de fuerzas de roce, la energía mecánica de un sistema permanece constante. Esto se conoce como el principio de conservación de la energía mecánica.

Cuando se considera la energía mecánica en dos puntos, uno inicial y otro final como en el caso de la caída libre, se puede enunciar este principio de la siguiente manera:

$$E_{M_i} = E_{M_f}$$

$$(E_g + E_C)_i = (E_g + E_C)_f$$

$$m \cdot g \cdot h_i + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_i^2 = m \cdot g \cdot h_f + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_f^2$$

### MUJERES EN LA HISTORIA

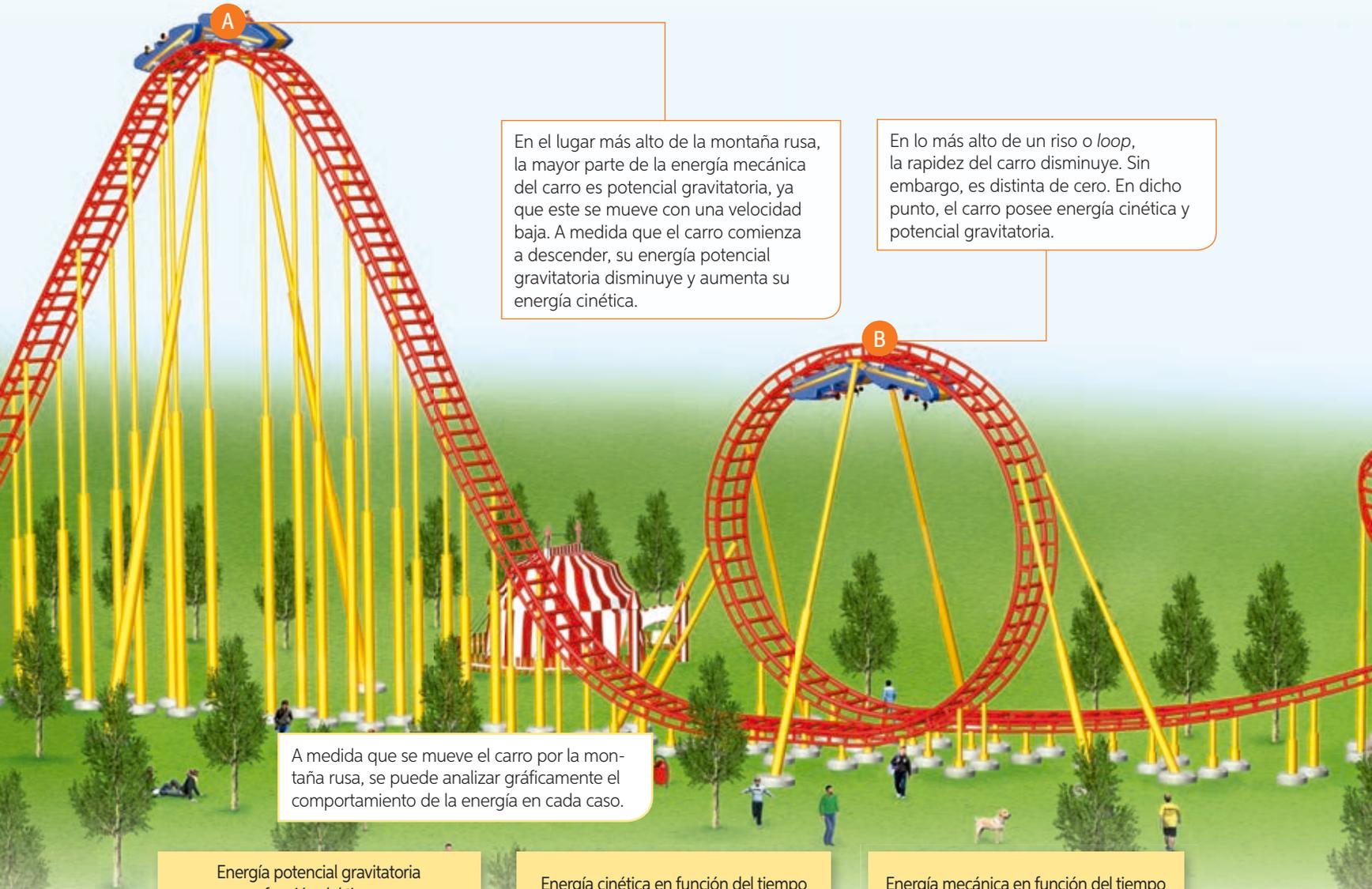


Emilie du Chatelet (1706-1749) fue una dama de la corte francesa que logró ser admitida en los debates de los científicos de mayor importancia de París, alcanzando un gran prestigio como física. Tradujo al francés la obra de Newton Philosophiae Naturalis Principia Mathematica y dedujo la conservación de la energía.



## La conservación de la energía mecánica en una montaña rusa

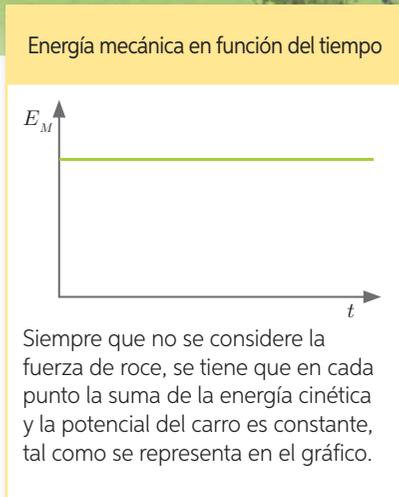
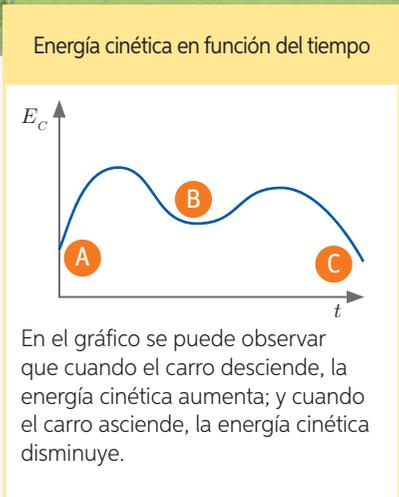
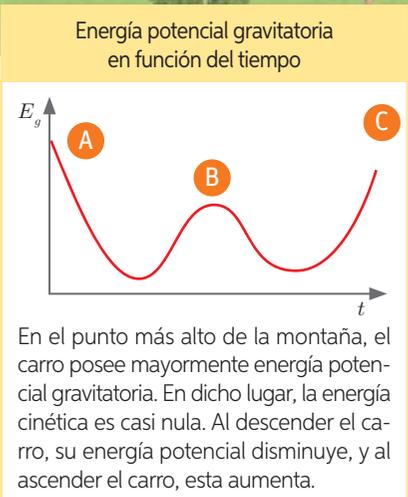
Existen algunos ejemplos en los que es posible distinguir una tendencia de ciertos sistemas a conservar la energía mecánica. Uno de ellos es la montaña rusa. A continuación, analizaremos algunos momentos importantes en el movimiento de un carro en una montaña rusa.



En el lugar más alto de la montaña rusa, la mayor parte de la energía mecánica del carro es potencial gravitatoria, ya que este se mueve con una velocidad baja. A medida que el carro comienza a descender, su energía potencial gravitatoria disminuye y aumenta su energía cinética.

En lo más alto de un rizo o loop, la rapidez del carro disminuye. Sin embargo, es distinta de cero. En dicho punto, el carro posee energía cinética y potencial gravitatoria.

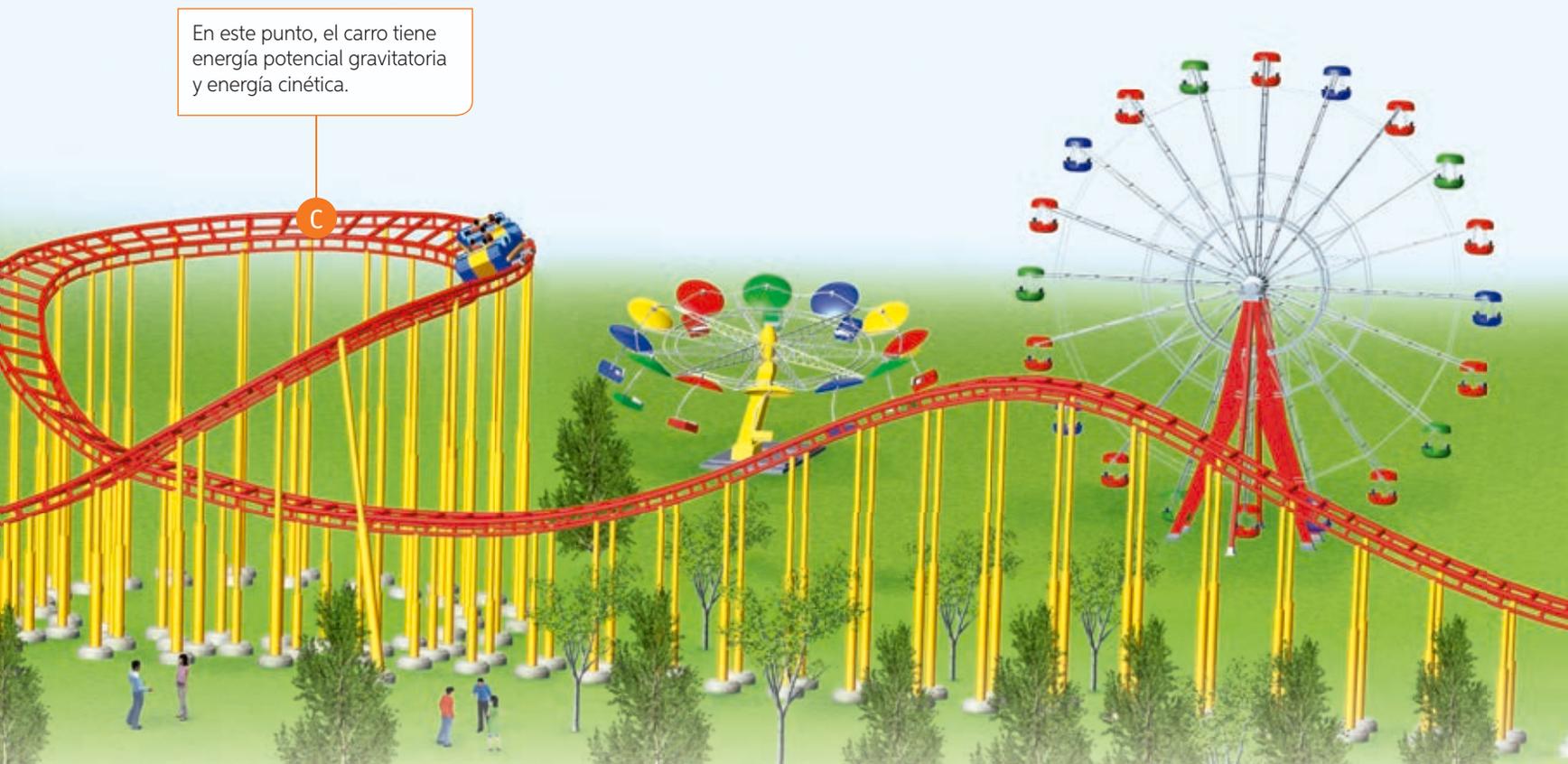
A medida que se mueve el carro por la montaña rusa, se puede analizar gráficamente el comportamiento de la energía en cada caso.



## Desarrollo de la misión

Ahora que conoces las características de la energía y su conservación, reúnete con tu grupo de trabajo y elaboren la presentación que les permitirá exponer su estrategia para ahorrar energía dentro de su establecimiento.

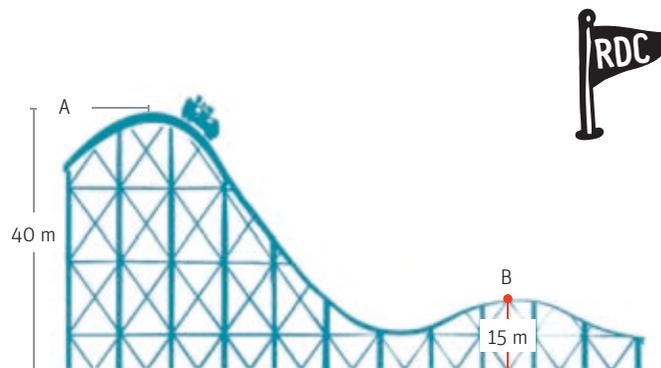
En este punto, el carro tiene energía potencial gravitatoria y energía cinética.



●●● Actividad grupal

### Determinemos la energía potencial gravitatoria

Reúnanse en parejas y apliquen la ley de conservación de la energía mecánica para determinar la rapidez con la que el carro pasa por el punto B. Para ello, supongan que, en el punto A, la rapidez del carro es cero y que la fuerza de roce entre las ruedas del carro y los rieles de la montaña es despreciable.



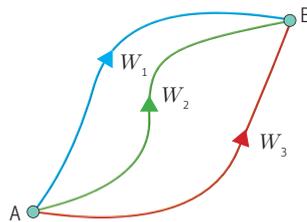
## Disipación de la energía mecánica

Si dejamos caer un objeto, observaremos que su energía potencial disminuye, mientras que la energía cinética aumenta. En esta situación, la energía mecánica permanece relativamente constante, por lo que decimos que se conserva. Sin embargo, si hacemos rodar una pelota sobre el suelo, veremos que en determinado momento esta se detendrá. En este caso, decimos que la energía mecánica se disipa. Pero, ¿qué debe suceder para que la energía de un sistema se conserve o no? Para responder esta pregunta, debemos analizar previamente las denominadas fuerzas conservativas y no conservativas.

### Las fuerzas conservativas

Una **fuerza es conservativa** si el trabajo realizado por ella sobre un cuerpo, que se mueve entre dos puntos A y B, es independiente de la trayectoria seguida. Las fuerzas conservativas están asociadas a alguna forma de energía potencial, por lo que son fuerzas conservativas la fuerza peso, la fuerza eléctrica y las fuerzas elásticas.

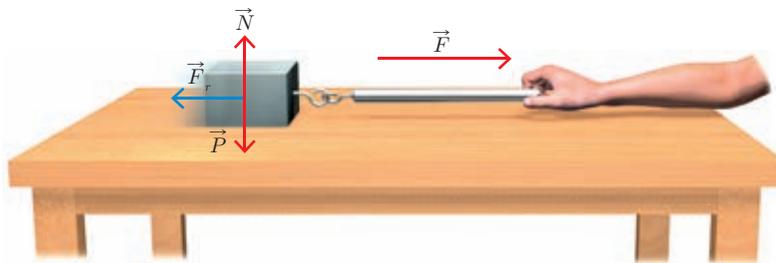
El trabajo entre las posiciones A y B no depende de la trayectoria seguida, sino solo de las posiciones inicial y final. Por lo tanto:  $W_1 = W_2 = W_3$



Como la fuerza elástica está relacionada con la energía potencial elástica, es una fuerza conservativa.

### Las fuerzas no conservativas

Se dice que la fuerza que actúa sobre un cuerpo es no conservativa o disipativa si el trabajo que realiza depende de la trayectoria seguida por él. Todas las fuerzas de roce son fuerzas no conservativas, ya que disipan la energía. Por ejemplo, si un cuerpo desciende por un plano ligeramente inclinado, puede suceder que disminuya su velocidad e incluso llegue a detenerse. Cuando dos superficies se deslizan una respecto de la otra, se calientan por efecto de la fricción, es decir, se transfiere energía mecánica mediante calor a ambas superficies y al medio. Esta energía se disipa o se degrada.



En un proceso de transferencia entre la energía cinética y la potencial, la energía mecánica inicial ( $E_{M_i}$ ) corresponde a la suma de la energía mecánica final ( $E_{M_f}$ ) con el trabajo realizado por las fuerzas de roce ( $W_r$ ), esto es:

$$E_{M_i} = E_{M_f} + W_r$$

$$m \cdot g \cdot h_i + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_i^2 = m \cdot g \cdot h_f + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_f^2 + W_r$$

Por lo tanto, al considerar el trabajo realizado por las fuerzas disipativas, la energía total se conserva, no así la energía mecánica.

Ahora que ya estudiaste este tema, ¿cuál es la relación entre la energía potencial y la cinética? Descríbela mediante un ejemplo que sea diferente a los que aparecen en este tema.



### Energía eólica en Chile: diversificando la matriz energética

Disponer de más y mejores formas de producir energía es una condición necesaria para avanzar hacia una mejor calidad de vida de un país. Sin embargo, hoy en día no se busca cualquier forma de generarla. El desafío es encontrar maneras de producir energía que sean confiables, sustentables y que diversifiquen la matriz energética. Pero, ¿qué se entiende por matriz energética? Esta corresponde a las principales formas a partir de las cuales se genera energía en una nación, y diversificarla significa tener múltiples opciones para su producción. Para responder a esto, desde el año 2006, Chile produce, de forma significativa, energía a partir del movimiento del viento (energía eólica).

¿Cómo se transforma el movimiento del viento en energía eléctrica? Cuando el viento golpea las aspas de un generador produce su rotación, la que es transmitida a través de una serie de mecanismos a un alternador eléctrico, el que puede transformar el movimiento en energía eléctrica.

Las ventajas de esta forma de generar energía eléctrica es que es una manera limpia de hacerlo, es decir, no se emiten contaminantes a la atmósfera en el proceso.

Fuente: Agenda Nacional de Energía, mayo 2014.

¿Qué conceptos relacionados con la energía reconoces en la lectura? Menciónalos.

---



---

¿Existe algún principio o ley física que dé cuenta de las distintas transformaciones de la energía? ¿Piensas que es necesario que la matriz energética de Chile esté diversificada? Argumenta.

---



---

### Cierre de la misión

Al inicio de la lección te invitamos a desarrollar una estrategia de ahorro de energía para utilizarla de manera eficiente dentro de tu escuela. Ahora, te invitamos a reflexionar respecto al trabajo realizado.

¿Cuáles fueron los aspectos que más rescatas del trabajo realizado?, ¿cuáles deberías mejorar?

¿A qué conclusiones llegaste? Considera las ventajas que tiene el ahorro de energía.

¿Esta misión se incluirá en el proyecto del texto? Fundamenta en la página 13. 

---



---



---



---

### Reflexiono sobre lo que aprendí

Lee y comenta las siguientes preguntas con tus compañeros, para conocer si alcanzaste el propósito de la lección.

Contenido	Habilidades/Estrategias	Actitudes
¿Has identificado correctamente la energía que se manifiesta en diversas situaciones cotidianas? ¿y su conservación?	¿Qué habilidades has podido desarrollar en esta lección? ¿De qué manera has podido aplicar tus conocimientos para comprender mejor situaciones cotidianas?	¿Qué impacto crees que tiene la generación de energía a partir de recursos renovables?

Aplica

1 Esteban desea comprender la ley de conservación de la energía mecánica. Para ello, dispone de la siguiente información:

En una montaña rusa, un carro de 300 kg es elevado desde el nivel del suelo ( $h_0 = 0$ , punto A) hasta una altura de 30 m (punto B). Luego, el mismo carro es subido hasta otro punto (C), situado a una altura de 45 m respecto del nivel  $h_0$ .

A partir de la información de Esteban, determina:

a. La energía potencial gravitatoria del carro en cada una de las alturas.

b. El trabajo efectuado sobre el carro entre los puntos A y B.

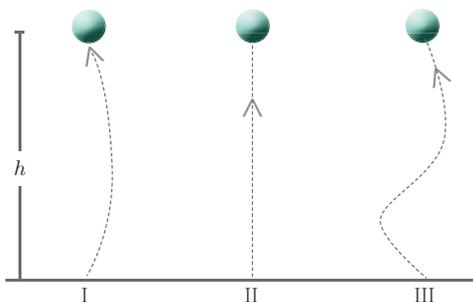
c. El trabajo efectuado sobre el carro entre los puntos B y C.

Analiza

2 Un cuerpo de masa se mueve con rapidez  $v$ . ¿Qué ocurrirá con su energía cinética si su rapidez se triplica?

Explica

3 Javiera levanta un mismo cuerpo hasta una altura  $h$  siguiendo tres trayectorias diferentes, tal como se representa en el siguiente esquema:



Si se desprecia el roce con el aire, ¿cómo es el trabajo realizado por Javiera en cada uno de las trayectorias seguidas? Compara y explica.

Analiza

4 Sandra y Francisco desean saber con qué rapidez saldrá la bola del siguiente tobogán:



Para resolver el problema, utilizan la ley de conservación de la energía mecánica (sin considerar el roce entre la bola y el tobogán). Producto de lo anterior, Sandra obtiene que la velocidad de la bola es  $\sqrt{g \cdot h}$  y Francisco que es  $\sqrt{m \cdot g \cdot h}$ . ¿Quién de los dos obtuvo el valor correcto si se considera despreciable el roce y las rotaciones? Justifica tu respuesta.

Sintetiza

Confecciona un mapa conceptual utilizando los aprendizajes de esta lección. Considera los contenidos, habilidades y actitudes trabajadas y las relaciones entre cada uno de ellos.

¿Cómo voy?

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Si es necesario, pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítem	Habilidad	Nivel de desempeño
Utilicé el teorema del trabajo y la energía cinética en diferentes situaciones.	2 y 3	Aplicar y explicar.	<input type="checkbox"/> L: dos ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: un ítem correcto. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.
Apliqué el principio de conservación de la energía mecánica.	1 y 4	Aplicar y analizar.	<input type="checkbox"/> L: dos ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: un ítem correcto. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.

L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr.

Reflexiono sobre mi desempeño

Según tu apreciación (1: en desacuerdo; 2: ni de acuerdo ni en desacuerdo; 3: de acuerdo), marca con ✓ las siguientes afirmaciones:

	1	2	3
He podido aplicar lo aprendido hasta ahora en mi vida cotidiana.			
He formulado explicaciones y conclusiones integrando las observaciones realizadas con los conceptos de trabajo y energía.			
Actué de manera responsable y adecuada durante el desarrollo de las actividades.			

# Impulso y cantidad de movimiento

## Propósito de la lección

Dos conceptos fundamentales para la física son el impulso y la cantidad de movimiento. Estos se encuentran estrechamente ligados entre sí, y su modelación ha permitido comprender fenómenos que van desde las colisiones entre partículas subatómicas hasta la propulsión de las naves espaciales.

En esta lección, esperamos que tú mismo descubras la importancia que estos conceptos tienen para la comprensión de diversos fenómenos. Para ello, desarrollarás diversas actividades que te permitan buscar evidencias para sustentar soluciones y respuestas a problemas cotidianos.

## CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

### La energía cinética y los *airbag* de los automóviles

El *airbag* es una bolsa de aire que se infla en milésimas de segundo al producirse un impacto, protegiendo a los ocupantes del automóvil. Estas bolsas pueden estar ubicadas tanto en la parte frontal como lateral del vehículo y les ofrecen a los ocupantes una zona sobre la que pueden amortiguar su desplazamiento como consecuencia de una colisión.

La eficiencia del *airbag* se basa en el uso combinado del cinturón de seguridad y del apoyo cabezas, pudiendo reducir en un 20 % la probabilidad de sufrir lesiones si se acciona durante un choque frontal.

El funcionamiento del *airbag* se basa en la absorción de la energía cinética del choque mediante la amortiguación que produce la bolsa llena de aire. Al chocar contra la bolsa, que debe estar completamente inflada, el cuerpo del conductor le transmite su energía, al tiempo que ésta le impide que se mueva y lesione. Este funcionamiento le permite frenar suavemente el movimiento de los ocupantes, evitando que las fuerzas de deceleración produzcan daños en ellos, especialmente en la cabeza (por ejemplo, reduce la probabilidad de ocurrencia de lesiones cervicales). Además de ello, permite evitar el impacto de los ocupantes contra algunos elementos del interior del vehículo: el volante, el tablero, el parabrisas o las ventanas, y proteger la cara y los ojos de los fragmentos de cristal u otros elementos que pueden desprenderse, por ejemplo, del parabrisas.

Fuente: Conaset. (2015). *Libro del nuevo conductor*. Santiago: Gobierno de Chile. (Adaptación)

1. ¿Por qué se considera importante complementar el *airbag* con el uso del cinturón de seguridad y del apoyo cabezas? Explica desde el punto de vista de la física.
2. ¿Consideras que la tecnología es un apoyo para la creación de sistemas de protección para las personas? Argumenta tu respuesta.
3. ¿Qué recomendación les darías a las personas que no utilizan los sistemas de protección en automóviles? Fundamenta tu respuesta.



Activación del sistema frontal de *airbag* en un vehículo.

 **Ciencia al día**



### Aceleradores de partículas

Para acelerar partículas eléctricamente cargadas, como electrones o protones, se requiere entregarles energía, en particular, energía potencial eléctrica. Esto se hace mediante un instrumento denominado ciclotrón, que consiste de dos electrodos que cambian de polaridad, lo cual genera que las partículas aceleren y alcancen velocidades muy altas. Los ciclotrones de mayor potencia en el mundo pueden hacer que las partículas alcancen velocidades cercanas a la de la luz.

En las instalaciones de la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN), funciona uno de los pocos ciclotrones que existen en Chile. Este es empleado para la investigación y en múltiples aplicaciones médicas, como la producción de Flúor 18, el cual es utilizado en hospitales y clínicas para la detección de ciertos tipos de cáncer de manera muy temprana.



Fuente: Comisión Chilena de Energía Nuclear <http://www.cchen.cl/>

 Imagen de la Comisión Nacional de Energía Nuclear.

Respecto de la lectura, ¿qué concepto(s) relacionado(s) con la energía te es (son) familiar(es)? Escríbelo(s).

---

---

---

¿De qué manera piensas que se relaciona la velocidad con la energía? ¿Qué beneficios tiene para las personas que se investigue en torno a estos temas?

---

---

---



### Inicio de la misión

En esta lección tendrás la misión de **confeccionar una maqueta que te permita ejemplificar tres tipos de colisiones**. Puedes solicitar la colaboración de tu profesor o profesora de Educación Tecnológica para que te ayude a implementar nuevas técnicas y recursos.

Para llevar a cabo esta misión, reúnete con tres compañeros y realicen un plan de trabajo, considerando que, al finalizar esta lección, deberán mostrar su maqueta al curso.



---

---

---

---

---

---

---

## TEMA 1 → Describiendo el impulso

Seguramente, en varias ocasiones has notado que, para reducir el impacto de un salto flexionas las piernas al momento de llegar al suelo. ¿Te has preguntado por qué lo haces?, ¿has notado la diferencia del impacto entre saltar y caer con las piernas rectas a doblar un poco las rodillas? Este tipo de situaciones tienen relación con el concepto de impulso, el cual aprenderás en estas páginas.

¿Qué entiendes por impulso?  
¿En qué contexto has aplicado esta palabra?

---



---

### Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

### Actividad grupal

**Objetivo:** Observar situaciones y reconocer los principios físicos que influyen en ellas.

**Habilidad:** Analizar y explicar a partir de situaciones.

**Actitud:** Formular explicaciones a partir de evidencias.

**Tiempo:** 20 minutos.

Reúnanse en parejas y analicen la siguiente situación.

Para analizar aquellas variables de las que depende el cambio de velocidad que se desea conseguir sobre un cuerpo, Catalina y Juan realizaron los siguientes procedimientos. Primero, aplicaron por medio de un resorte la misma fuerza sobre dos bolitas de igual masa durante el mismo tiempo. Producto de aquello, observaron que las bolitas se desplazaron distancias muy similares sobre un riel con roce despreciable. Luego, repitieron el procedimiento anterior pero, esta vez ejercieron la fuerza durante un tiempo mayor. Debido a esto último, observaron que las bolitas se desplazaron una mayor distancia sobre el riel con roce despreciable. Finalmente, utilizando bolitas de diferente masa, realizaron un procedimiento similar al anterior. En este caso, observaron que al aplicar la misma fuerza sobre ambas bolitas, se desplazó una mayor distancia aquella de menor masa sobre el riel con roce despreciable.

En relación con los procedimientos realizados por Catalina y Juan, respondan:

- a. ¿Qué conceptos estudiados en las lecciones anteriores están involucrados en la experiencia? Escribanlos.

---



---

- b. ¿De qué variable(s) depende que una bolita alcance a recorrer una mayor distancia? Expliquen.

---



---

- c. ¿Qué evidencias sustenta su respuesta anterior?

---



---

- d. ¿Cómo creen que se relaciona la fuerza aplicada con los resultados obtenidos en cada caso? Argumenten.

---



---

En la actividad anterior se describió una situación en la que se puso en evidencia que el movimiento en un cuerpo no solo depende de la magnitud de la fuerza aplicada sobre él, sino también de su masa y del tiempo de acción de la fuerza. El **impulso** está relacionado con la fuerza aplicada a un cuerpo y el tiempo de aplicación. El impulso produce una variación de velocidad en un cuerpo.

Si queremos conferirle una determinada velocidad a un cuerpo podemos realizar dos acciones:

1. Aplicamos una fuerza de gran magnitud durante un pequeño intervalo de tiempo.
2. Aplicamos una fuerza de menor magnitud pero durante un tiempo mayor.

Por ejemplo, cuando un deportista golpea una pelota de tenis para impulsarla, aplica sobre esta una fuerza  $F$ , durante un intervalo de tiempo  $\Delta t$ , haciendo que la pelota cambie de velocidad.



Para determinar el impulso sobre la pelota, debemos aplicar el segundo principio de Newton, el cual establece que la magnitud de la fuerza aplicada sobre la pelota será:

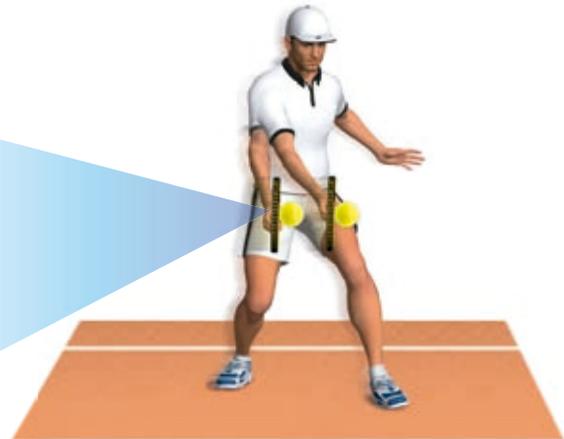
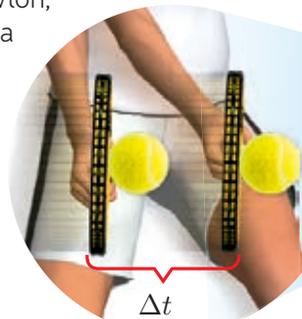
$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} = m \cdot \frac{(\vec{v}_f - \vec{v}_i)}{\Delta t}$$

Si multiplicamos por  $\Delta t$ , obtenemos:

$$\vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot (\vec{v}_f - \vec{v}_i)$$

Luego, el impulso  $I$  sobre un cuerpo es:

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot (\vec{v}_f - \vec{v}_i)$$



De lo anterior podemos inferir que mientras mayor sea la fuerza aplicada sobre un cuerpo y/o mayor el tiempo de su aplicación, mayor será el impulso entregado.

**IMPORTANTE**

La unidad de medida del impulso en el Sistema Internacional es:

$$\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

●●● Actividad grupal

**Analizamos el impulso**

En la siguiente tabla, se propone una serie de situaciones en las que se aplican fuerzas sobre dos pelotas idénticas, A y B. En grupos de tres integrantes, comparen el impulso aplicado sobre cada una de las pelotas y marquen con un  $\checkmark$  según corresponda.

Situación	Magnitud del impulso		
	Mayor sobre A	Mayor sobre B	Iguals
Sobre la pelota A se aplica una fuerza de magnitud $F$ durante un tiempo $2t$ y sobre la pelota B se aplica una fuerza $2F$ durante un tiempo $t$ .			
Sobre la pelota A se aplica una fuerza de magnitud $F$ durante un tiempo $t$ y sobre la pelota B se aplica una fuerza $2F$ durante un tiempo $t/3$ .			
Sobre la pelota A se aplica una fuerza magnitud $F$ durante un tiempo $t$ y sobre la pelota B se aplica una fuerza $2F$ durante un tiempo $t/2$ .			

## TEMA 2 → Cantidad de movimiento

Para describir el estado de movimientos de los cuerpos se requiere de un sistema de referencia, una posición, un tiempo, y por consiguiente, una velocidad o una aceleración. Por otro parte, para cambiar el estado de movimiento de un cuerpo es necesario aplicar una fuerza. ¿Serán estos todos los conceptos importantes en el estudio del movimiento de los cuerpos? ¿Importará la masa de un cuerpo en su estado de movimiento?

En este tema, explicarás diversas situaciones por medio del concepto de cantidad de movimiento para comprender cómo esta se conserva. Para ello, desarrollarás diversas actividades que te permitirán expresar soluciones de diferentes problemáticas.

¿Qué sucede cuando una persona en reposo es impactada por un cuerpo en movimiento? Describe.

---



---



---

### Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

### Actividad grupal

**Objetivo:** Reconocer que el movimiento se transmite de un cuerpo a otro cuando hay una colisión.

**Habilidad:** Observar experiencias científicas.

**Actitud:** Explicar situaciones a partir de evidencias.

**Tiempo:** 10 minutos.



Montaje experimental.

Reúnete con dos compañeros y consigan cuatro bolitas de vidrio y realicen el siguiente procedimiento.

1. Coloquen tres de las bolitas alineadas una al lado de una otra sobre una mesa.
2. Tomen la cuarta bolita y dispónganla en la misma dirección de la fila de bolitas, pero separada unos 5 cm, tal como muestra la imagen.
3. Impulsen la bolita para que golpee la fila y observen lo que sucede luego del impacto.

4. Repitan esta experiencia tres veces tratando de lanzar la bolita cada vez con mayor velocidad. Luego, respondan las siguientes preguntas:

- a. ¿Cómo reaccionan las bolitas al ser impactadas? Describan.

---



---

- b. Comparen los lanzamientos realizados, ¿hubo diferencias en la reacción de las bolitas? Expliquen.

---



---

- c. Si una bolita de mayor tamaño fuera lanzada contra la fila, ¿cómo creen que reaccionarían las bolitas? Fundamenten.

---



---

En la actividad anterior pudiste observar como se puede modificar el estado de movimiento de los cuerpos producto de un choque. Esto se debe a que los cuerpos en movimiento poseen una magnitud física conocida como **cantidad de movimiento** o **momentum** ( $\vec{p}$ ).

La cantidad de movimiento de un cuerpo depende simultáneamente de su masa y de su velocidad. Matemáticamente, la cantidad de movimiento corresponde al producto entre la masa ( $m$ ) y la velocidad ( $\vec{v}$ ), es decir:

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

### IMPORTANTE

La cantidad de movimiento es una magnitud vectorial, cuya dirección y sentido son los mismos que la de la velocidad del cuerpo.

Un sistema se encuentra conformado por una serie de partículas, donde cada una de las cuales posee una determinada cantidad de movimiento, tal como se representa en la imagen.

Entonces, la cantidad de movimiento total del sistema está dada por la suma vectorial de los momentum de cada partícula; esto es:

$$\vec{p}_{total} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 + \dots + \vec{p}_n$$

### ¿Existe relación entre la cantidad de movimiento y el impulso?

Los conceptos de impulso y de cantidad de movimiento se encuentran estrechamente ligados. Para determinar su relación matemática, debemos recordar que el impulso se expresa como:

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot (\vec{v}_f - \vec{v}_i)$$

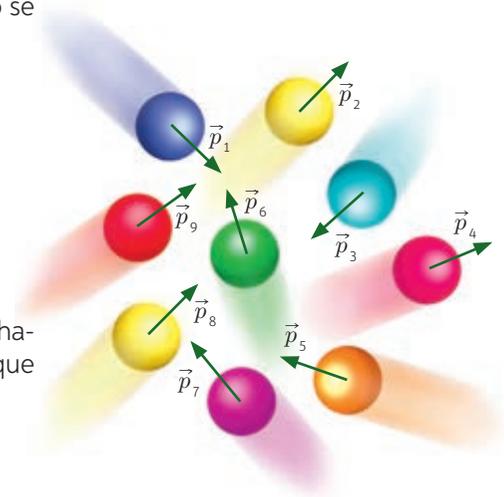
Al multiplicar las masas por las velocidades, obtenemos:

$$\vec{I} = m \cdot \vec{v}_f - m \cdot \vec{v}_i$$

Considerando que la cantidad de movimiento es  $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$ , se tiene que:

$$\vec{I} = \vec{p}_{final} - \vec{p}_{inicial}$$

Por lo tanto, el impulso corresponde a la variación de la cantidad de movimiento que experimenta un cuerpo.



## Desarrollo de estrategias

Aprendiendo a aplicar modelos para determinar el impulso.

### Situación problema

En un saque, un tenista aplica una fuerza sobre la pelota que hace variar su rapidez de 3 m/s a 15 m/s. Si la masa de esta es 60 g, ¿cuál fue la magnitud del impulso que se le entregó?

#### PASO 1 Identifico las incógnitas

Producto de la fuerza aplicada, la pelota modifica su velocidad, por lo que, conocida su masa, es posible determinar el impulso.

#### PASO 2 Registro los datos

$$m_{(pelota)} = 60 \text{ g} = 0,06 \text{ kg}; v_i = 3 \text{ m/s}; v_f = 15 \text{ m/s}$$

#### PASO 3 Aplico los modelos

Antes de determinar el impulso, debemos calcular la cantidad de movimiento inicial y final de la pelota.

$$p_{inicial} = m \cdot v_i = 0,06 \text{ kg} \cdot 3 \text{ m/s} = 0,18 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

$$p_{final} = m \cdot v_f = 0,06 \text{ kg} \cdot 15 \text{ m/s} = 0,9 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

#### PASO 4 Escribo la respuesta

Al golpear la pelota, el tenista le entrega un impulso de 0,72 kg · m/s.

#### PASO 5 Aplico lo aprendido

En un chute, un futbolista le proporciona a un balón de 400 g de masa un impulso de 0,9 N·s. Si el balón se encontraba inicialmente detenido, ¿qué velocidad adquirirá? Desprecia la fuerza de roce.

## La conservación de la cantidad de movimiento

En el juego del pool, se produce en ocasiones que la bola blanca (con la que se golpea a la restantes), se detiene al entrar en contacto con otra bola, sin embargo esta última comienza a moverse. En esta situación, podemos distinguir que la primera bola le cedió su cantidad de movimiento a la segunda. Pero, ¿cómo se explica aquello?

Cuando sobre uno o más cuerpos la fuerza neta (externa) que actúa es cero, entonces el impulso también lo es:

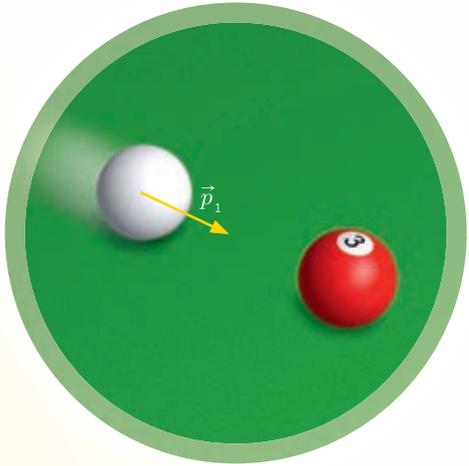
$$\vec{F}_{\text{neto}} = 0 \Rightarrow \vec{I} = 0$$

A su vez, si el impulso es cero, se tiene que:

$$\Delta \vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i = 0 \Rightarrow \vec{p}_f = \vec{p}_i$$

De lo anterior se deduce que, en ausencia de fuerzas externas, la cantidad de movimiento se mantiene constante. Para analizar la implicancia de este hecho, retomemos el ejemplo del juego de pool.

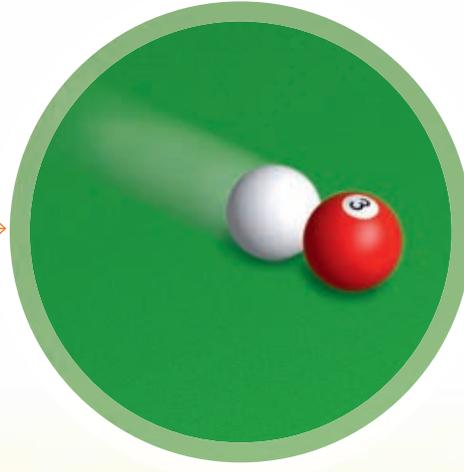




**Antes del choque**

En esta etapa el sistema formado por ambas bolas tiene una cantidad de movimiento igual a:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2$$



**Durante el choque**

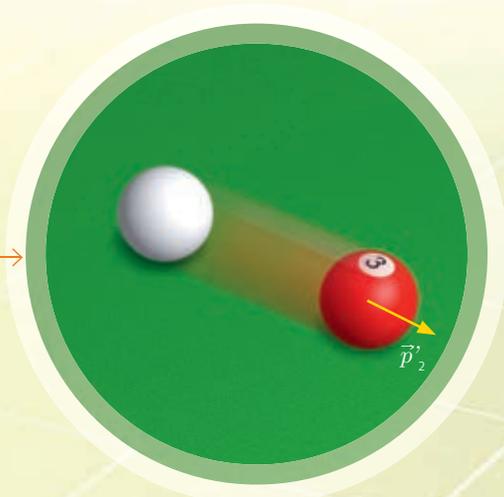
Cada bola aplica una fuerza sobre la otra, que por el principio de acción y reacción tiene igual magnitud pero sentido contrario. Dado que el tiempo de interacción es el mismo, se cumple que:

$$\vec{F}_1 \cdot \Delta t = -\vec{F}_2 \cdot \Delta t \rightarrow \vec{I}_1 = -\vec{I}_2$$

**Después del choque**

Dado que la velocidad de cada bola cambia, la cantidad de movimiento de cada una de ellas es diferente a la presentada antes del choque. Por lo tanto, la cantidad de movimiento del sistema será igual a:

$$\vec{p}'_1 + \vec{p}'_2 = m_1 \cdot \vec{v}'_1 + m_2 \cdot \vec{v}'_2$$



En ausencia de fuerzas externas, la cantidad de movimiento se mantiene constante, es decir, la cantidad de movimiento antes del choque es igual a la presentada después del choque.

Esta relación se puede expresar como:

$$\vec{p}_{antes} = \vec{p}_{despues}$$

$$m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = m_1 \cdot \vec{v}'_1 + m_2 \cdot \vec{v}'_2$$

Lo anterior se conoce como **ley de conservación de la cantidad de movimiento**.



## La conservación de la cantidad de movimiento en colisiones

En una colisión, dos cuerpos o partículas interactúan durante un breve intervalo de tiempo, en el que intercambian cantidad de movimiento y modifican sus velocidades. Dependiendo del tipo de colisión, la energía cinética del sistema puede o no conservarse. Es importante que te des cuenta de que en todo choque la cantidad de movimiento del sistema se conserva. A continuación, analizaremos los distintos tipos de choques.



### Choque elástico

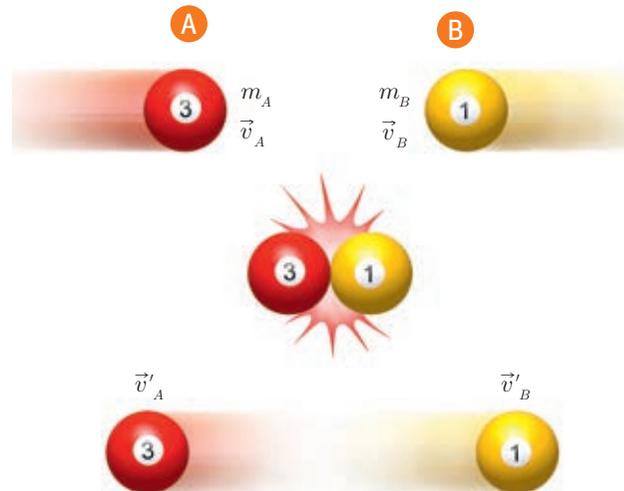
Cuando en la colisión de dos cuerpos se conserva la cantidad de movimiento y la energía cinética, se dice que dicha colisión corresponde a un **choque elástico**. Sin embargo, en la realidad no existen los choques perfectamente elásticos, dado que siempre hay disipación de energía. Para dos partículas, A y B, que interactúan en un choque elástico, se cumple que:

- La conservación de la cantidad de movimiento es:

$$m_A \cdot \vec{v}_A + m_B \cdot \vec{v}_B = m_A \cdot \vec{v}'_A + m_B \cdot \vec{v}'_B$$

- La conservación de la energía cinética es:

$$\frac{m_A \cdot v_A^2}{2} + \frac{m_B \cdot v_B^2}{2} = \frac{m_A \cdot v'^2_A}{2} + \frac{m_B \cdot v'^2_B}{2}$$



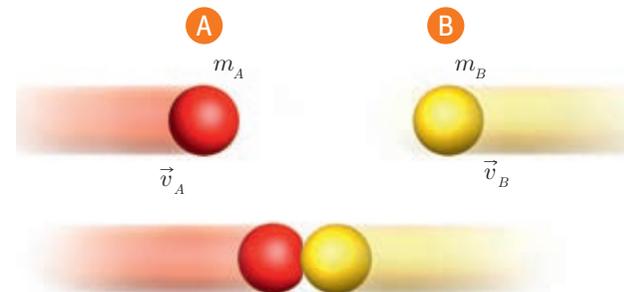
### Choque inelástico

Si en la colisión de dos cuerpos se conserva la cantidad de movimiento pero no la energía cinética, se dice que dicha colisión corresponde a un **choque inelástico**. Generalmente, en este tipo de colisiones, la energía cinética se disipa por la deformación de los cuerpos y también como energía térmica y energía sonora. Para dos partículas, A y B, que interactúan en un choque inelástico se cumple que:

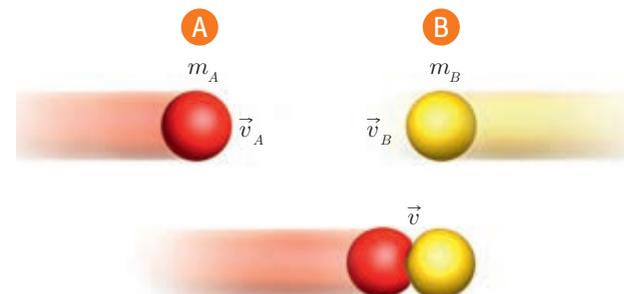
$$m_A \cdot \vec{v}_A + m_B \cdot \vec{v}_B = m_A \cdot \vec{v}'_A + m_B \cdot \vec{v}'_B$$

Cuando dos cuerpos quedan unidos después de una colisión, se dice que el choque es **perfectamente inelástico**. En tal caso, la velocidad de ambos después del choque es la misma. Si dos partículas, A y B, interactúan en un choque perfectamente inelástico, se tiene que la velocidad después de la colisión es:

$$\vec{v} = \frac{m_A \cdot \vec{v}_A + m_B \cdot \vec{v}_B}{m_A + m_B}$$



Choque inelástico.



Choque perfectamente inelástico.

## Algunos ejemplos de la conservación de la cantidad de movimiento

La conservación de la cantidad de movimiento se cumple en situaciones “ideales”, dado que para que sea válida, la fuerza externa total que actúe sobre un sistema debe ser cero, hecho que raramente ocurre en situaciones cotidianas. Sin embargo, existen algunos ejemplos en los que es posible distinguir, con cierta claridad, la ley de conservación de la cantidad de movimiento. A continuación, analizaremos algunos de ellos.

### Péndulo de Newton

Corresponde a una serie de péndulos simples que se encuentran acoplados y cuya oscilación está restringida a un único plano vertical. Cuando una de las masas de los extremos se suelta desde cierta altura, esta transfiere casi perfectamente su cantidad de movimiento y su energía mecánica a través de los péndulos centrales hasta la masa que se encuentra en el otro extremo, logrando que se eleve a una altura similar a la de la masa inicial. Si no existieran las fuerzas disipativas, el fenómeno se repetiría indefinidamente.



^ Péndulo de Newton.

### Sistemas de propulsión

Antes de que un cohete se eleve, su cantidad de movimiento total es cero, debido a que su velocidad y la del flujo de combustión es cero. Cuando se produce la ignición, el sentido de movimiento del cohete y del flujo son opuestos, por lo que la cantidad de movimiento sigue siendo igual a cero (en condiciones ideales). Sin embargo, se debe tener presente que en esta situación la masa del combustible es variable. En la naturaleza, algunos animales, como los pulpos y los calamares, utilizan un sistema similar para desplazarse: al expulsar un flujo de agua, se mueven en sentido opuesto.



^ Cohete lanzado al espacio.

### Maniobras en el espacio

En el espacio es donde mejor se puede apreciar la conservación de la cantidad de movimiento, debido a que la fuerza de roce es prácticamente nula. Por ejemplo, cuando el transbordador se acopla con la estación espacial, se produce una colisión perfectamente inelástica a muy baja velocidad. En dicha situación no existe conservación de la energía cinética pero sí de la cantidad de movimiento. Para que el impacto no altere la órbita de la estación, esta debe compensar la velocidad del transbordador utilizando propulsores.



^ La lanzadera espacial Atlantis de los Estados Unidos se acopla con la estación orbital rusa Mir.

## Desarrollo de la misión

Ahora que conoces todas las características de los tipos de colisiones, reúnete con tu equipo de trabajo y realicen la misión solicitada al inicio de la lección. Identifiquen las ventajas y desventajas del trabajo grupal.

## Desarrollo de estrategias

Aprendiendo a aplicar la conservación de la cantidad de movimiento.

### Situación problema

Andrea y Simón se encuentran patinando en una plaza. En cierto instante, quedan en reposo de frente y se empujan el uno contra el otro. Producto de ello, se mueven en sentido opuesto, tal como muestra la imagen. Considerando que la velocidad adquirida por Andrea es de 0,04 m/s hacia la izquierda de la imagen y que su masa es 52 kg, ¿cuál será la magnitud de la velocidad de Simón si su masa es 40 kg?

#### PASO 1 Identifico las incógnitas

En el problema debemos determinar la magnitud de la velocidad de Simón después de interactuar con Andrea. Por lo tanto, nuestra incógnita será  $v'_s$

#### PASO 2 Registro los datos

- Masa de Andrea  $m_A = 52$  kg
- Masa de Simón  $m_s = 40$  kg
- La velocidad antes de la interacción  $v_A = v_s = 0$ .
- La velocidad de Andrea después de la interacción con Simón es  $v'_A = -0,04$  m/s (el signo indica el sentido de la velocidad, hacia la izquierda).

#### PASO 3 Utilizo los modelos

Es importante considerar que sobre el sistema no actúan fuerzas externas. Al conocer la masa y la velocidad antes de la interacción, podemos calcular la magnitud de la cantidad de movimiento de cada uno de ellos.

$$p_A = m_A \cdot v_A = 52 \text{ kg} \cdot 0 = 0$$

$$p_s = m_s \cdot v_s = 40 \text{ kg} \cdot 0 = 0$$

Por lo tanto, la cantidad de movimiento antes de la interacción es:

$$p_A + p_s = 0$$

La cantidad de movimiento de Andrea y Simón después de la interacción es:

$$p'_A = m_A \cdot v'_A$$

$$p'_A = 52 \text{ kg} \cdot -0,04 \text{ m/s} = -2,08 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

$$p'_s = m_s \cdot v'_s = 40 \text{ kg} \cdot v'_s$$

La cantidad de movimiento después de la interacción es:

$$p'_A + p'_s = -2,08 \text{ kg} \cdot \text{m/s} + 40 \text{ kg} \cdot v'_s$$



De acuerdo con la conservación de la cantidad de movimiento, el momentum total de ambos niños es el mismo antes y después de la interacción, esto es:

$$p_{\text{Antes}} = p_{\text{Después}}$$

Al reemplazar los valores, obtenemos:

$$0 = -2,08 \text{ kg} \cdot \text{m/s} + 40 \text{ kg} \cdot v'_s$$

$$v'_s = \frac{2,08 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}}{40 \text{ kg}}$$

$$v'_s = 0,052 \text{ m/s}$$

#### PASO 4 Escribo la respuesta

La velocidad que adquiere Simón después de empujarse con Andrea es de 0,052 m/s hacia la derecha.

#### PASO 5 Aplico lo aprendido

Un vagón de tren (M) de 30 000 kg de masa se dirige, con una velocidad de 3,3 m/s, hacia otro (N), de igual masa y que se encuentra en reposo. ¿Cuál será la velocidad de ambos vagones si al chocar quedan acoplados? Supón despreciables los efectos del roce.

### Deformación programada: una forma de salvar vidas

Debido a su masa y a las velocidades que alcanzan hoy en día, los automóviles adquieren una cantidad de movimiento considerable si lo comparamos con el cuerpo humano y su capacidad para soportar impactos. Antes de que se desarrollara el concepto de deformación programada, los vehículos eran muy resistentes, capaces de soportar grandes impactos, sin sufrir grandes daños. Sin embargo, las colisiones de estos automóviles eran casi completamente elásticas, lo que no protegía efectivamente a los ocupantes de los vehículos.

Actualmente, la estructura de los vehículos se diseña de tal manera que se deforme la carrocería, pero que a su vez proteja la cabina y a sus ocupantes, evitando con esto que gran parte de la energía del impacto se transmita a ellos. Debido a este diseño, se pueden encontrar casos en que, producto de un choque, el vehículo quede tan deformado que es considerado pérdida total, pero sus ocupantes no sufren lesiones significativas si utilizan, además, cinturón de seguridad.

El concepto de deformación programada ha sido implementado en otras situaciones, como en la construcción de edificios en zonas sísmicas. En este caso, la estructura disipa grandes cantidades de energía mediante la deformación, lo que da valiosos minutos para la evacuación.

Fuente: <http://autofameblog.blogspot.cl/2016/07/que-son-las-zonas-de-deformacion.html>  
 ¿Qué consecuencias tiene la implementación de este tipo de estructuras en la seguridad de las personas? ¿Qué importancia tiene el estudio de colisiones en la vida cotidiana?

---



---



↗ Estructura de un vehículo y sus zonas de deformación programada.



### Cierre de la misión

Al inicio de la lección te propusimos confeccionar una maqueta para ejemplificar los distintos tipos de colisiones. ¿Qué evidencias utilizaron para elaborar su maqueta? ¿Qué dificultades enfrentaron al momento de llevar a cabo la misión?

¿Esta misión se incluirá en el proyecto del texto?  
 Fundamenta en la página 13.

---



---



---

### Reflexiono sobre lo que aprendí

Lee y comenta las siguientes preguntas con tus compañeros para saber si alcanzaste el propósito de la lección.

Contenido	Habilidades/Estrategias	Actitudes
En esta lección aprendiste que todos los conceptos del estudio del movimiento están relacionados. ¿Qué ecuaciones permiten evidenciar sus relaciones?	¿Implementarías la confección de maquetas como estrategia para estudiar en otras asignaturas?, ¿por qué?	¿Analizaste diversas evidencias para explicar las situaciones planteadas a lo largo de la unidad?, ¿pudiste elaborar buenas respuestas?

Aplica

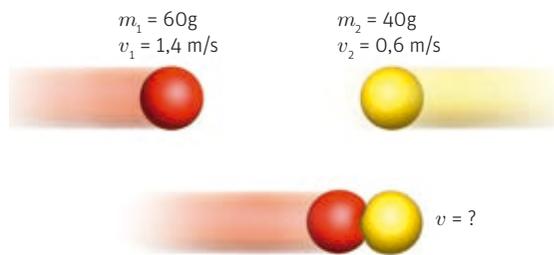
- 1 Un cañón de 1500 kg montado sobre ruedas dispara una bala de 80 kg en dirección horizontal y con una velocidad de 60 m/s, tal como se muestra en la imagen.



Suponiendo que el cañón se puede mover libremente y que se desprecia el roce, ¿cuál será su velocidad de retroceso?

Aplica

- 2 Felipe y Andrea hacen chocar dos bolitas de plasticina en una superficie sin roce. Producto de la colisión, estas quedan acopladas y se mueven hacia la derecha.



Considerando los valores de las masas y la rapidez señalados en el esquema, ¿cuál es la velocidad de las bolitas después del choque?

Aplica

- 3 Pedro aplica una fuerza  $F$  a un cuerpo P, de masa  $m$  y durante un tiempo  $t$ . Luego, aplica una fuerza de  $2F$  sobre otro cuerpo idéntico R, durante un tiempo de  $t/2$ . ¿Cómo es el impulso entregado por Pedro al cuerpo R, respecto del entregado al cuerpo P?

Evalúa

- 4 Para resumir si el momentum y la energía cinética se conservan o no en los diferentes tipos de colisiones, Sebastián construye y completa la siguiente tabla:

Magnitud	Tipo de colisión		
	Elástica	Inelástica	Perfectamente inelástica
La energía se conserva.	Sí	Sí	No
El momentum se conserva.	Sí	Sí	Sí

¿Sebastián completó de forma correcta la tabla? De no ser así, corrígela.

Evalúa

- 5 Respecto de la cantidad de movimiento, Natalia afirma lo siguiente: es una magnitud vectorial, es directamente proporcional a la velocidad del cuerpo y se mide en joule (J) ¿Son correctas las afirmaciones de Natalia? De no ser así, convierte en correcta(s) aquella(s) que no lo sea(n).

**Evalúa**

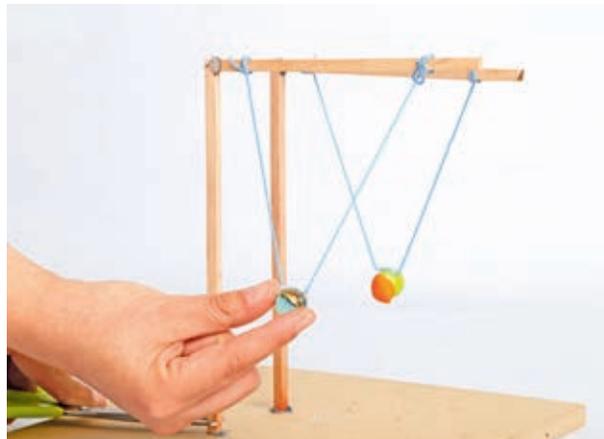
- 6** Romina se encuentran evaluando la dificultad que existe para cambiar el estado de movimiento de un cuerpo. Ante esto, afirma que es más difícil detener un cuerpo de 4 kg de masa que viaja a 0,5 m/s que otro que posee una masa de 2 kg y se mueve a 1 m/s, ya que el primero posee más masa.  
 ¿Es correcta la afirmación de Romina? De no ser así, corrígela.  
 ¿En qué casos resultaría más fácil cambiar el estado de movimiento de un cuerpo? Da un ejemplo.

**Explica**

- 7** Si dos objetos se mueven en la misma dirección, explica que ocurrirá con la energía cinética si estos experimentan una colisión elástica.

**Explica**

- 8** Josefina diseña con materiales caseros, una maqueta para evidenciar el choque entre dos bolitas, tal como se muestra en la imagen. Dentro del procedimiento que lleva a cabo, realiza dos tipos de colisiones: la primera, cuando le da movimiento a una de las bolitas para colisionar a la otra en reposo y la segunda, cuando hace chocar ambas bolitas en movimiento. A partir de esta experiencia responde:  
 ¿Qué resultados podría evidenciar Josefina en cada procedimiento realizado? Explica los efectos de cada colisión.



**¿Cómo voy?**

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Si es necesario, pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítem	Habilidad	Nivel de desempeño
Evalué y expliqué diferentes situaciones en las que se evidencia la cantidad de movimiento.	4, 5, 6, 7 y 8	Evaluar y explicar.	<input type="checkbox"/> L: cuatro ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: dos o tres ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: uno o ningún ítem correcto.
Apliqué modelos matemáticos para determinar el impulso y la cantidad de movimiento.	1, 2 y 3	Aplicar.	<input type="checkbox"/> L: dos ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: un ítem correcto. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.

L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr.

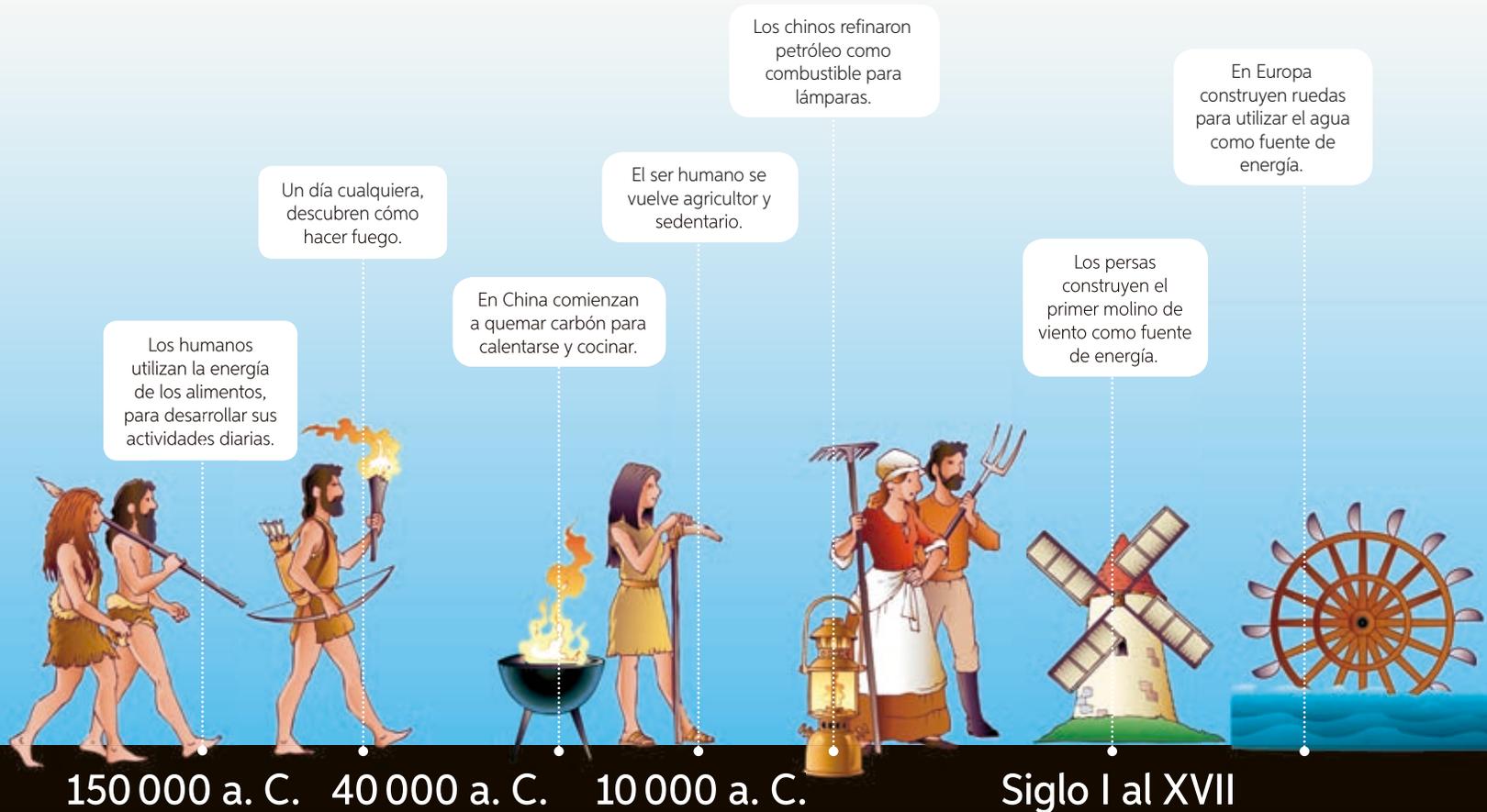
**Reflexiono sobre mi desempeño**

Según tu apreciación (1: en desacuerdo; 2: ni de acuerdo ni en desacuerdo; 3: de acuerdo), marca con ✓ las siguientes afirmaciones:

	1	2	3
He relacionado los conceptos de impulso y cantidad de movimiento con la conservación del momentum lineal de un sistema.			
He realizado conclusiones a partir del análisis de evidencias.			
He respondido a mis tareas y trabajos grupales de manera responsable y oportuna.			

## ¿Cómo ha evolucionado el uso de la energía?

La siguiente línea de tiempo muestra los acontecimientos más relevantes sobre el desarrollo de la energía en todo el mundo. Realiza este recorrido por la historia de la energía considerando las características sociales y culturales en las cuales se produjo cada uno de los hitos mencionados.



¿Cuál es la principal fuente de energía durante esta época?

---

---

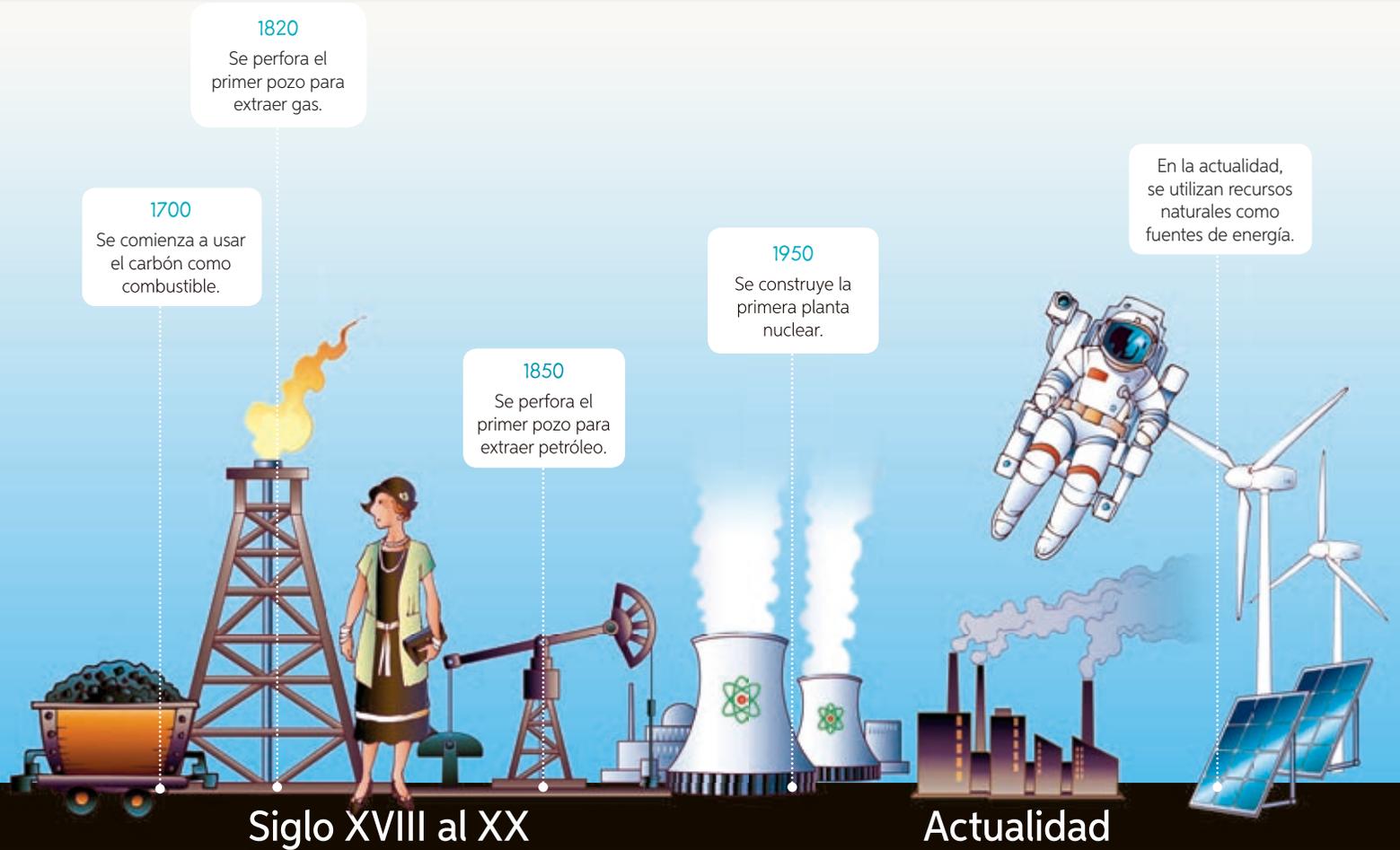
---

¿Cómo influye el desarrollo social y cultural de esta época en el desarrollo de nuevas fuentes de energía?

---

---

---



Siglo XVIII al XX

Actualidad

#### En Chile

Las primeras explotaciones de carbón, se realizaron a mediados del siglo XIX en las cercanías de Concepción y Arauco, y luego en Magallanes y Valdivia.

#### En Chile

1960

Se formó la Comisión Nacional de Energía Nuclear.

#### En Chile

2007

Entró en operación el primer parque eólico ubicado en la localidad de Canela, Región de Coquimbo.

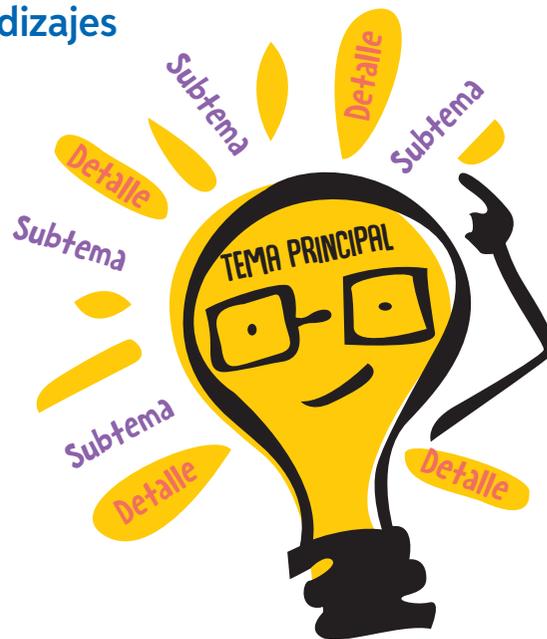
#### Trabaja con la información

- 1 ¿Cómo ha evolucionado el ser humano en función del desarrollo energético?
- 2 ¿Cuál crees que es la principal fuente de energía a nivel mundial?, ¿por qué?
- 3 ¿Qué tipos de energías se desarrollan en nuestro país? Ingresa a la página del Ministerio de Energía y Fundación Chile en el link: <http://www.aprendeconenergia.cl/> e investiga sobre la matriz energética en Chile.

## Elaborando un MAPA MENTAL para ordenar los aprendizajes

Los mapas mentales son esquemas que se construyen empleando dibujos, diagramas, gráficos, símbolos, flechas, números y palabras claves para unir las ideas y conectar los contenidos entre sí. La principal característica de estos organizadores gráficos es que, con ellos, se pueden establecer relaciones de manera más dinámicas entre las ideas.

A continuación, te invitamos a seguir los pasos para construir un mapa mental que te servirá como una entretenida estrategia de estudio.



### 1 Definir el tema principal

PASO

Para comenzar la construcción de este organizador gráfico, define los conceptos principales de la unidad: **trabajo y energía**.

---



---

### 2 Identificar los subtemas

PASO

Pueden ser conceptos, definiciones, características, expresiones matemáticas o lo que te parezca apropiado según el contexto. Completa la siguiente tabla para establecer los subtemas por lección.

	Contenidos	Habilidades	Actitudes
Lección 1	Trabajo Potencia	Aplicar modelos: $W = F \cdot \Delta x$ $P = F \cdot v$ Relacionar conceptos: $P = W/t$	Rigor Precisión Orden
Lección 2			
Lección 3			

### 3 Relacionar los subtemas con ciertos detalles de manera gráfica

PASO

El mapa mental incluye esquemas, gráficos o detalles que te permitan relacionar los subtemas con los contenidos, habilidades y actitudes presentes en la unidad.

**PASO 4** Construye el mapa mental

Completa el siguiente mapa mental representando los aprendizajes adquiridos en la unidad de acuerdo a la información que estableciste en el paso 2.



**PASO 5** Reflexiona

- ✓ ¿Qué recurso visual te resultó más fácil de implementar en el esquema?
- ✓ ¿Qué ventajas consideras que tiene la construcción de mapas mentales? Fundamenta.
- ✓ ¿En qué situaciones te resultaría útil emplear un mapa mental?

# Evaluación final

Para que conozcas cómo va tu proceso de aprendizaje, te invitamos a realizar las siguientes actividades.

## Analiza

**1** Para mover un cuerpo, Héctor aplica una fuerza constante, para desplazarlo una determinada distancia. Para representar su trabajo construyó el gráfico del costado:

a. ¿Cuál fue el trabajo realizado por la fuerza aplicada por Héctor, al desplazar el cuerpo desde  $x = 5$  m hasta  $x = 20$  m?

---

---

b. ¿De qué manera aplicaste el modelo matemático para determinar el trabajo?

---

---

Gráfico de fuerza-posición



## Aplica

**2** Durante su entrenamiento, Javiera levanta una mancuerna para ejercitarse.

a. ¿Qué trabajo debe efectuar Javiera, sobre la mancuerna de masa 5 kg para elevarla desde una altura de 1 m hasta una altura de 1,5 m?

---

b. Si demora 2 segundos en realizar cada levantamiento, ¿cuál es su potencia?

---



## Aplica

**3** Marcelo trabaja en una construcción, en la cual, para levantar grandes masas utilizan un sistema poleas. Para levantar con rapidez constante un bloque de 5 kg, aplica una fuerza tal como se representa en la siguiente imagen. Determina:

a. El trabajo realizado por Marcelo para levantar el bloque desde  $h_0$  hasta  $h_1$ .

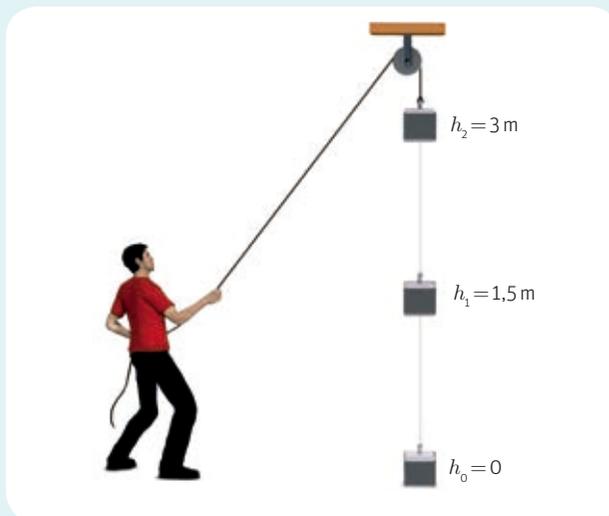
---

b. El trabajo para elevarlo desde  $h_1$  hasta  $h_2$ .

---

c. ¿Qué medidas de seguridad debería considerar Marcelo para trabajar en la construcción?

---

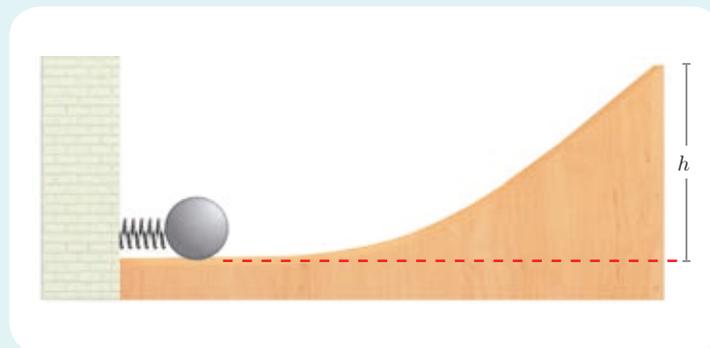


## Analiza

- 4** Alejandra construye un sistema para lanzar pelotas con un resorte, tal como se representa en el esquema adjunto.

Para probar el sistema, sostiene una pelota de goma de 60 g de masa contra el resorte de constante de elasticidad  $k = 6 \text{ N/m}$  y que se encuentra comprimido 10 cm.

- ¿Qué energía potencial posee el resorte en esta prueba?
- Cuando Alejandra suelte el resorte, ¿qué altura ( $h$ ) alcanzará la pelota si se considera que el roce es prácticamente nulo?
- Explica, el comportamiento de la pelota luego de ser lanzada por el resorte. Señala lo que ocurre con la energía cinética, potencial y mecánica.



## Aplica

- 5** Eduardo tiene un elástico para hacer ejercicios físicos cuya constante de elasticidad es  $k = 0,7 \text{ N/m}$ . Determina la energía que debe emplear Eduardo para estirarlo 30, 50 y 70 cm.

Estiramiento (cm)	30	50	70
Energía potencial (J)			

## Analiza

- 6** Un estudiante de física se encuentra analizando diferentes situaciones en las que se realiza trabajo. A partir de esto se hace algunas preguntas destinadas a establecer la relación correcta entre los conceptos trabajados. Ayuda a este estudiante a resolver sus dudas.
- ¿Qué trabajo mecánico se debe realizar sobre un cuerpo de masa  $m$  para variar su rapidez de  $v$  hasta  $3v$ ?
  - ¿Qué trabajo se debe efectuar para levantar una masa  $m$  desde una altura  $h$  hasta una altura  $4h$ ?

## Aplica

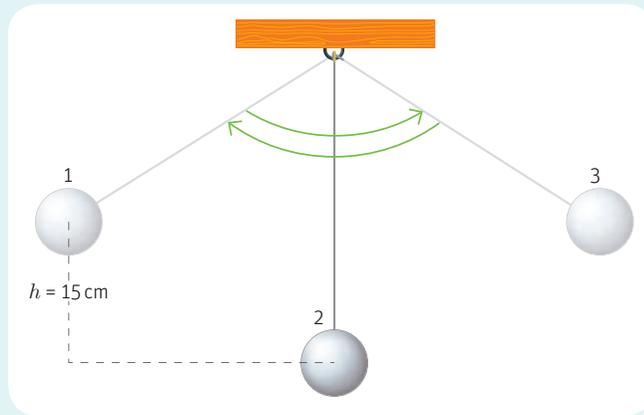
- 7** Ana María ejerce, durante un 1 s, una fuerza constante de 200 N sobre un cuerpo de 5 kg, que se encuentra inicialmente en reposo. Si no se consideran los efectos del roce, ¿qué impulso adquirió el cuerpo y cuál fue su velocidad final?

## Aplica

- 8** Roberto lanza, con una velocidad de 7 m/s, una bola de 300 g contra otra de 180 g que está en reposo. ¿Cuál será la velocidad de la primera bola si, después del choque, la segunda bola sale con una velocidad de 5 m/s en la dirección y el sentido que inicialmente tenía la primera bola? Supón que los choques son frontales y que ocurren en un suelo horizontal. Además, considera que el roce es despreciable.

Explica

- 9** Pamela y Matías decidieron comprobar el principio de conservación de la energía mecánica. Para ello, consiguieron un péndulo simple y realizaron el procedimiento que se describe a continuación: elevaron la masa del péndulo hasta una altura de 15 cm respecto de la posición de equilibrio. Luego, midieron la altura que alcanzó el péndulo después de cada oscilación (recuerda que en una oscilación, la masa del péndulo debe ir y volver a la posición desde la que fue soltada).



A partir de esta experiencia, responde:

- ¿Cómo se puede determinar el trabajo realizado para elevar la masa desde su posición de equilibrio hasta la altura  $h$ ?
- ¿Qué ocurre con la energía mecánica del péndulo, cuando la masa se encuentra en la posición 1, antes de ser soltada?
- ¿Qué sucede con la energía mecánica del péndulo cuando la masa pasa por la posición 2?
- ¿Cómo se transforma la energía mecánica del péndulo a medida que este oscila?
- ¿Se mantiene constante la cantidad de movimiento de la masa del péndulo?
- ¿Qué fuerzas disipan la energía del péndulo?

Analiza

- 10** Los valores medidos por Pamela y Matías para la altura conseguida después de cada oscilación fueron registrados en la siguiente tabla:

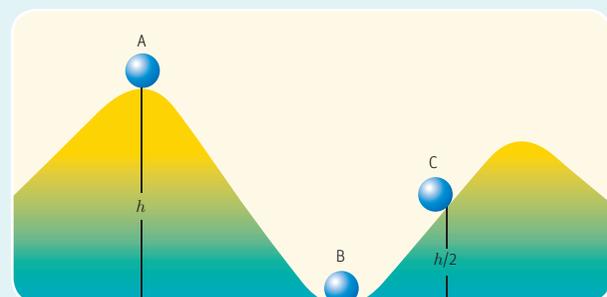
Oscilación	Altura (cm)
Primera	14,6
Segunda	14,3
Tercera	14,0
Cuarta	13,7

- ¿Por qué después de cada oscilación la altura alcanzada por la masa fue menor? Explica.
- ¿Decreció de manera constante la energía mecánica del péndulo? Explica

Analiza

- 11** Macarena, suelta sobre una superficie sin roce, un cuerpo que se desplaza libremente entre el punto A y el punto C, tal como se representa en el siguiente esquema.

Si la energía potencial del cuerpo en el punto A es de 64 J y la energía cinética en el punto B es de 128 J, ¿cuál es la energía cinética y potencial, respectivamente, cuando el cuerpo pasa por el punto C?



## Relaciona lo aprendido con Lengua y Literatura

Lee el siguiente extracto del cuento infantil “La bombilla protestora”. Luego, responde las preguntas asociadas.

*Érase una vez una bombilla de bajo consumo, que algunas veces cuando la encendían se enfadaba...*

*El dueño de la casa, el señor González, no entendía el comportamiento de esta bombilla, ya que le habían dicho que duraba mucho tiempo y ahorraría energía.*

*Pero un día, invitaron a unos amigos a comer a casa, que se llamaban Roberto e Isa. Era un día bastante soleado, pero sin embargo, la familia González tenía encendidas todas las luces del salón para así tener más luz a la hora de comer,*

*y entre todas las bombillas encendidas, estaba incluida la bombilla protestora, de la que os hemos hablado.*

*Roberto se dio cuenta de que la bombilla tenía cara de enfadada, y se apagaba y se encendía continuamente, entonces preguntó: “oye González, me parece que vuestra bombilla está enfadada, ¿lo habéis notado?!”.*

*Entonces, el señor González le respondió: “cada vez que la encendemos se enfada y se apaga, no sé por qué lo hace, ya que la compramos hace muy poco...”.*

- ¿Por qué crees que la bombilla se enfada frecuentemente? Fundamenta.
- ¿De qué manera se puede evitar que la bombilla se enfade?
- ¿Qué medidas de ahorro de energía consideras que puedes implementar en tus labores cotidianas?

### ¿Cómo me fue?

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con  el nivel de desempeño correspondiente. Pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítem	Habilidad	Nivel de desempeño
Aplicé los conceptos de trabajo y potencia mecánica en situaciones cotidianas.	1, 2, 3 y 6	Aplicar y analizar.	<input type="checkbox"/> L: cuatro ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: de dos a tres ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: uno o ningún ítem correcto.
Empleé la ley de conservación de la energía mecánica para explicar diversas situaciones.	4 y 5	Aplicar y analizar.	<input type="checkbox"/> L: dos ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: un ítems correcto. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.
Analicé colisiones entre objetos considerando la cantidad de movimiento y su conservación.	7, 8, 9, 10 y 11	Aplicar, analizar, explicar.	<input type="checkbox"/> L: cuatro o cinco ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: dos o tres ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: uno o ningún ítem correcto.

L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr.

### Reflexiono sobre lo que aprendí

¿Recuerdas las metas y estrategias planteadas al inicio de la unidad? Si no las recuerdas, vuelve a revisar las páginas 118 y 119. Luego, reflexiona en torno a las siguientes preguntas.

¿Consideras que comprendes mejor las situaciones que ocurren a tu alrededor con el estudio de la energía?	¿Qué nuevas metas desearías cumplir ahora con los nuevos aprendizajes adquiridos?	¿Cómo emplearás tus conocimientos para realizar acciones que contribuyan al uso eficiente de la energía?



# UNIVERSO

¿Cómo podemos descubrir el universo si es infinito?





● Actividad individual

**1** ¿Hacia qué parte del universo podríamos viajar en un cohete? ¿Qué cosas veríamos durante el viaje?

---

---

**2** Si te dieran la oportunidad de viajar a la Luna, el sistema solar o una galaxia, ¿qué escogerías? ¿Por qué?

---

---

**3** ¿Qué tanto se ha podido descubrir el universo con el desarrollo de la tecnología actual?

---

---

## UN VIAJE POR EL UNIVERSO

Si viajaras por el sistema solar, podrías reconocer diferentes estructuras cósmicas. Escribe en cada recuadro el nombre de la estructura correspondiente y luego, responde las preguntas planteadas.



¿Qué características posee la Tierra que la hacen diferente al resto de los planetas del sistema solar?

---

---

---

---



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Qué crees que hay más allá del sistema solar?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Por qué los planetas orbitan alrededor del Sol?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## ¿Qué aprenderás y descubrirás en la unidad?

Te presentamos las principales metas, estrategias y propósitos de la unidad. Propón las metas que te gustaría lograr, las estrategias que emplearías para alcanzarla y el propósito de esta.

Metas	¿Cómo alcanzarlas?	¿Para qué alcanzarlas?
Comprender que el conocimiento del universo cambia y aumenta a partir de nuevas evidencias, usando modelos y teorías.	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Realizando actividades prácticas.</li><li>✓ Aplicando modelos.</li><li>✓ Valorando los aportes científicos.</li><li>✓ Desarrollando procesos científicos.</li><li>✓ Realizando diagramas.</li></ul>	Para descubrir los aportes de científicos (mujeres y hombres) de diversas épocas sobre el conocimiento del universo.
Explicar cualitativamente diversos fenómenos y estructuras, por medio de las leyes de Kepler y la de gravitación universal de Newton.	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Realizando actividades prácticas.</li><li>✓ Aplicando modelos.</li><li>✓ Mostrando interés.</li><li>✓ Utilizando herramientas tecnológicas.</li></ul>	Para que puedas expresar opiniones basadas en evidencias que expliquen el origen y la evolución del universo, así como mostrar curiosidad, creatividad e interés por conocer y comprender los fenómenos del entorno natural y tecnológico.
Propón tus propias metas para esta unidad. _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	Establece las estrategias que emplearás para el logro de tus metas. <ul style="list-style-type: none"><li>✓ _____</li><li>✓ _____</li><li>✓ _____</li><li>✓ _____</li><li>✓ _____</li><li>✓ _____</li><li>✓ _____</li><li>✓ _____</li><li>✓ _____</li><li>✓ _____</li></ul>	Identifica el propósito de tus metas. _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____

## ¿Cómo te gustaría protagonizar tu propio aprendizaje?

Es evidente que, incluso en la actualidad, el universo es un enigma que se encuentra en constante estudio. ¿Qué te llama más la atención sobre el universo?

¿Qué sabes del universo?, ¿qué te gustaría aprender?

---



---



---



---

En las unidades anteriores has aprendido a desarrollar diversas estrategias: ¿cuál de las estrategias que haz utilizado anteriormente sería útil implementar en esta unidad?, ¿por qué? ¿Qué dificultades crees que podrían enfrentar en esta unidad?, ¿por qué?

---



---



---



---

¿Qué valor tiene el aporte de hombres y mujeres al conocimiento científico?, ¿consideras que estos permiten comprender mejor el mundo que nos rodea?

---



---



---



---

## ¿Cómo lograr mis metas?

Para que alcances tus metas y adquieras los aprendizajes que se trabajarán en esta unidad, propón una estrategia que te permita lograrlo. Para ello, establece, en tres pasos, cómo desarrollarás esta estrategia.

### ESTRATEGIA

---

PASO 1

---



---



---



---

PASO 2

---



---



---



---

PASO 3

---



---



---



---

# Origen y evolución del universo

## Propósito de la lección

Antes de que las luces de las ciudades nublaran el cielo nocturno, la contemplación de las estrellas era parte de la vida cotidiana de las personas. Mucha de la información que se obtenía de su observación servía para anticipar las estaciones del año, navegar a través de los mares o pronosticar catástrofes. ¿Por qué piensas que es necesario conocer sobre la evolución de

los modelos del universo?

En esta lección aprenderás sobre el origen y evolución del universo y del sistema solar, a partir del análisis de diversas teorías, para que puedas descubrir los aportes de científicos (mujeres y hombres) en diversas épocas y comprender cómo se desarrolla el conocimiento.

## CIENCIA TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

### La MÚSICA de las estrellas

La misión Kepler de la NASA busca planetas extrasolares y estudia, además, las oscilaciones de todas las estrellas que se observan. Estas oscilaciones o vibraciones se manifiestan como cambios casi imperceptibles en su brillo, producidos por ondas acústicas atrapadas en su interior. Un equipo de astrosismólogos internacional ha trabajado con el satélite estadounidense y ha logrado medir por primera vez las oscilaciones (vibraciones o sonido) de 500 estrellas similares al Sol. Con el hallazgo, se obtendrá información más precisa sobre las poblaciones estelares de la Vía Láctea, lo que permitirá comprobar o refutar los modelos clásicos sobre evolución y formación de las estrellas. Las estrellas vibran u oscilan como instrumentos musicales (claro que en frecuencias inaudibles para el ser humano) en función de su tamaño, estructura, composición química y estado evolutivo. Es por ello que cada estrella posee un estado vibratorio que la caracteriza. Es importante mencionar que las vibraciones o sonidos estelares son vibraciones mecánicas que no pueden viajar por el espacio y solo pueden ser detectadas mediante instrumentos especializados.

¿Crees que las vibraciones en la superficie del Sol tengan algún efecto sobre la Tierra? Explica.

---



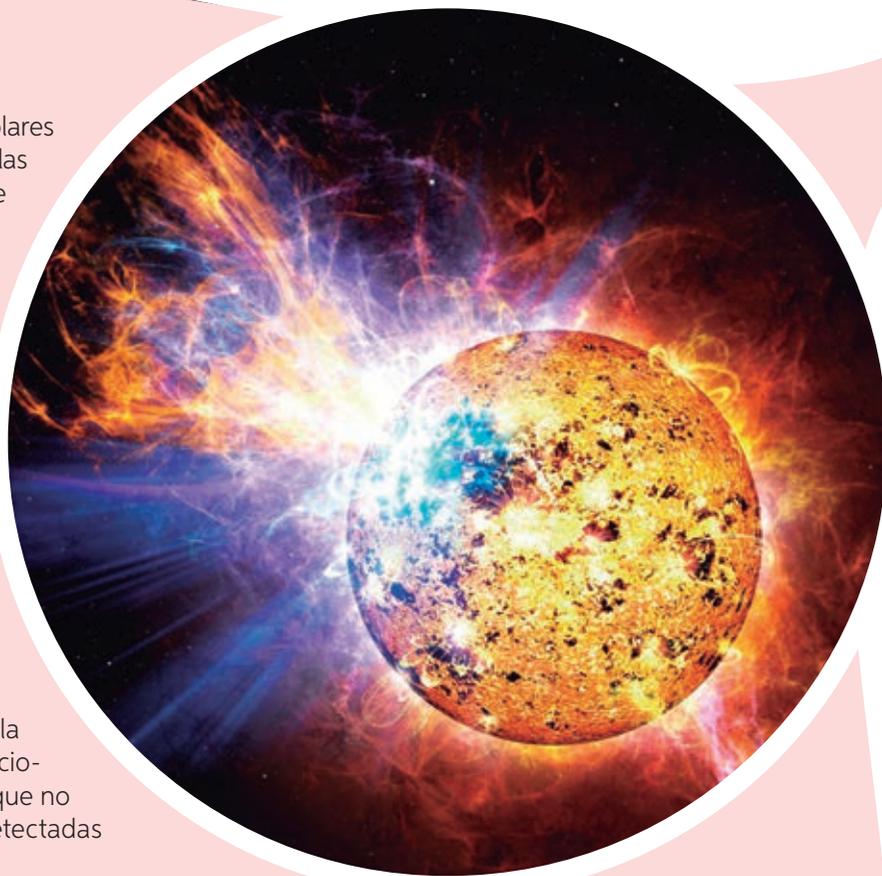
---



---



---



En la imagen, se representan algunos fenómenos que ocurren en la superficie de una estrella.



➔ **Ciencia al día**  
**ALMA**



El proyecto ALMA, de sus siglas en inglés de Atacama Large Millimeter/submillimeter Array, es una asociación internacional entre el Observatorio Europeo Austral (ESO), la Fundación Nacional de Ciencia de EE.UU. (NSF) y los Institutos Nacionales de Ciencias Naturales de Japón (NINS), junto con Canadá (NRC), Taiwán (NSC y ASIAA) y República de Corea (KASI), en cooperación con la República de Chile. ALMA es el mayor proyecto de astronomía que existe, compuesto por 66 antenas de alta precisión, y está situado en un lugar verdaderamente único e inusual: el desierto chileno de Atacama.

Se espera que el ALMA permita vislumbrar la formación de las estrellas en los albores del universo y obtener imágenes extremadamente detalladas de estrellas y planetas en proceso de nacimiento. ALMA comenzó las observaciones astronómicas durante el segundo semestre de 2011 y las primeras imágenes se publicaron en la prensa el 3 de octubre de 2011.

La mayoría de las galaxias que serán detectadas en imágenes sensibles de ALMA tendrán grandes desplazamientos hacia el rojo (*redshift*).

De qué manera el desarrollo tecnológico permite comprender mejor el mundo que nos rodea?

---



---



---



---

¿Qué opinas sobre este proyecto?

---



---



---



---



➤ Observatorio ALMA.

**Inicio de la misión**

En esta lección, tendrás la misión de **crear un cortometraje que muestre el origen y evolución del universo**. Para ello, puedes solicitar la ayuda de tu profesor o profesora de Lenguaje y comunicación y desarrollar un video creativo que explique, a partir de una historia, como se formó el universo y cómo ha evolucionado. Para comenzar, forma un grupo de trabajo con cinco compañeros y planifiquen su trabajo.




---



---



---



---



---



---

## TEMA 1 → Origen del universo

Se estima que el universo se formó hace aproximadamente 14 000 millones de años, pero ¿tuvo un inicio el universo? Si bien el ser humano ha intentado comprender y explicar las características de este, su origen sigue siendo un gran misterio. En esta lección, aprenderás una de las teorías que explican el origen del universo, más aceptada por la sociedad científica en la actualidad: el *Big Bang*. Esto, para que puedas identificar los aportes de científicos en diversas épocas, sobre el conocimiento del universo.

¿Somos el centro del universo?

---



---



---

### Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

### Actividad grupal

**Objetivo:** Representar un modelo de la expansión del universo.

**Habilidad:** Analizar las características de un modelo.

**Actitud:** Expresar opiniones basado en evidencias.

**Tiempo:** 15 minutos.



↗ Materiales de la actividad.

Junto con tres compañeros, consigan un globo, una tijera, un plumón permanente y realicen el siguiente procedimiento:

1. Corten el globo, de tal modo de obtener un rectángulo de las dimensiones más grandes que puedan.
2. Marquen tres puntos sobre la superficie del globo con el plumón permanente.
3. Cada uno de los integrantes tome una punta del rectángulo del globo y apliquen una fuerza pequeña para estirarlo. Observen lo que ocurre con las tres marcas.
4. Luego, incrementen lentamente la fuerza hasta la máxima capacidad del globo. Observen lo que ocurre con las tres marcas a medida que se incrementa la fuerza.
5. Realicen un esquema que represente el comportamiento de las marcas a medida que el globo se estira
6. Luego, respondan las siguientes preguntas:
  - a. ¿Qué ocurre con las marcas a medida que el globo se estira?

---



---



---

- b. Si el globo es una representación del universo y las marcas la representación de las galaxias, ¿qué significa el estiramiento del globo? Fundamenten.

---



---

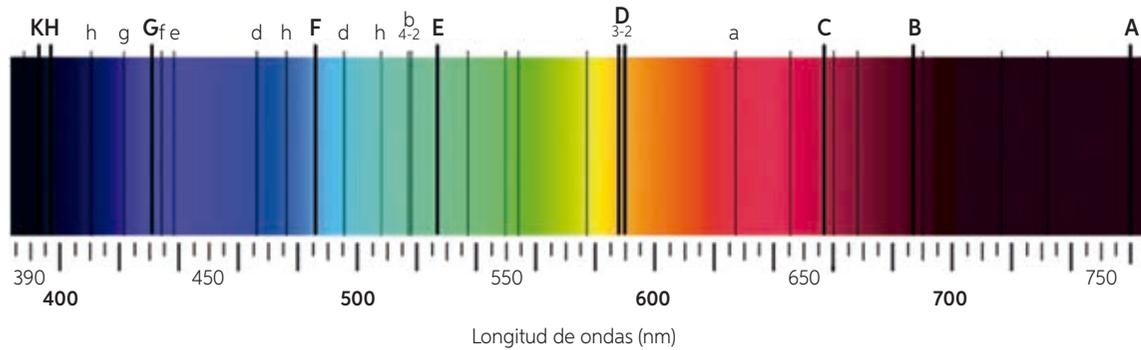


---

En la experiencia que realizaste anteriormente, elaboraste un modelo de la expansión del universo. En este caso, observaste que, a medida que el universo se expande (cuando el globo se estira), las galaxias se separan (las marcas en el globo). Este fenómeno lo observó Edwin Hubble.

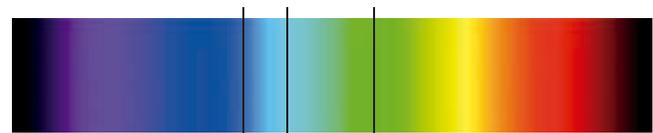
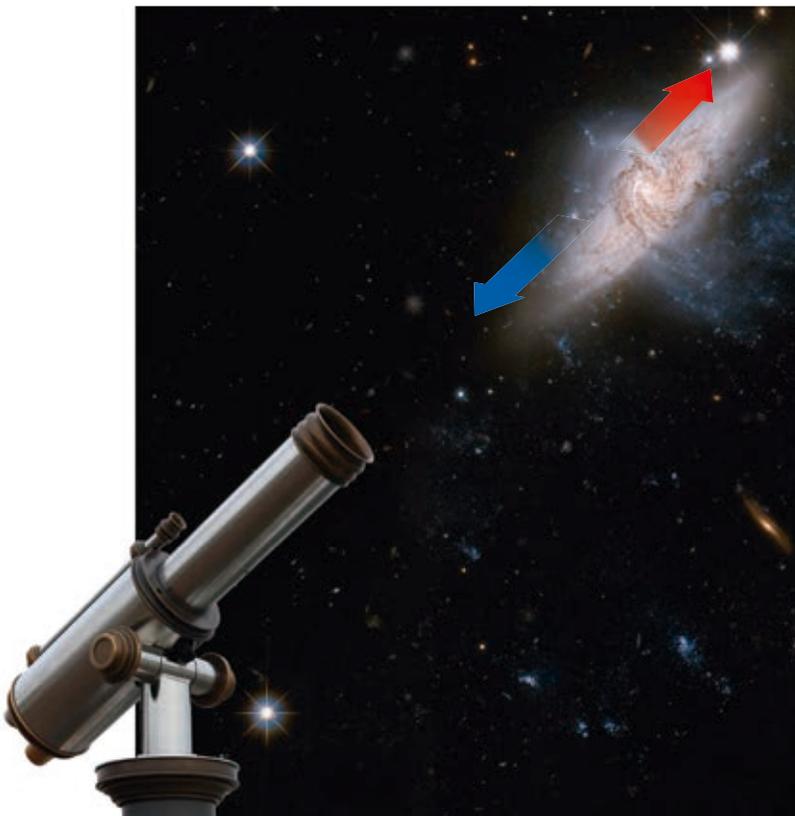
En 1929, Edwin Hubble, desde el observatorio del monte Wilson, en Los Ángeles, hizo un descubrimiento crucial. Observó que las galaxias no eran estáticas, se movían y, además, se alejaban de la Tierra a una velocidad increíble. Fue la primera prueba del *Big Bang*. Pero, ¿cómo descubrió Hubble que las galaxias se alejaban?

Como descubriste al inicio de esta lección, las galaxias y las estrellas emiten radiación electromagnética en función de su tamaño, estructura, composición química y estado evolutivo. Al captar esta radiación, los astrónomos obtienen un espectro de la distribución de la energía que emiten las galaxias. El espectro es único para cada cuerpo astronómico y se puede comparar a la huella digital, que es única para cada ser humano.

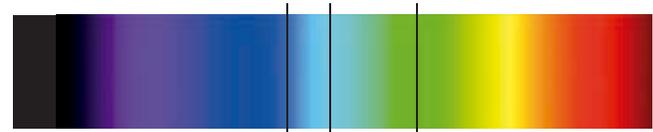


Espectro solar.

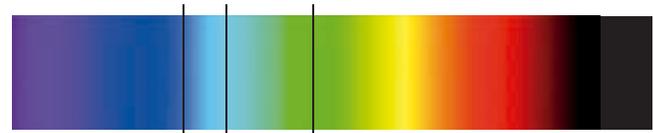
Cuando una galaxia o estrella se aleja del observador, se aprecia que las líneas espectrales se trasladan al rango de longitud de onda de la luz roja, lo que se conoce como un **corrimiento al rojo**. Por el contrario, cuando el cuerpo cósmico se acerca, las líneas espectrales se trasladan al rango de longitud de onda del azul.



Espectro de la galaxia en reposo



1. Corrimiento al rojo (galaxia se aleja)



2. Corrimiento al azul (galaxia se acerca)

Edwin Hubble logró medir el corrimiento al rojo de muchas galaxias, llegando a la conclusión de que se están alejando de la Tierra, lo que significa que el universo se está expandiendo. Ahora bien, si las distancias entre las galaxias se van haciendo cada vez mayores, ¿cómo habrán estado en el pasado?

La observación de Hubble sugirió que en tiempos pasados los planetas y galaxias debieron estar más cerca. El movimiento debió de partir de un punto central, tal como se representa en la imagen. Este fenómeno, que se conoce como *Big Bang* (gran explosión), se produce en un momento en que el universo era infinitésimamente pequeño.

Según esta teoría, se considera que el origen de todo el *Big Bang*, es decir, el momento en que se pasa de la nada más absoluta al todo.

1. La primera fuerza en aparecer fue la gravedad. En ese momento ya quedó definida la forma y contenido del universo. Una fracción de segundo después de que apareció la fuerza de gravedad, se desprendió una onda inmensa de energía y comenzó la expansión del universo en todas las direcciones a una velocidad inimaginable.

### IMPORTANTE

Para describir fenómenos tan rápidos, como en el origen de universo, se definió una nueva unidad de tiempo, llamada **tiempo de Planck**. Una unidad de tiempo de Planck es igual a  $\frac{1}{10^{43}}$  segundos. Esta escala temporal es tan diminuta que escapa al sentido común.

2. Unas cuantas unidades de tiempo de Planck, después del *Big Bang*, el universo era tan pequeño que cabía en la palma de la mano y en una fracción de segundo después se expandió hasta el tamaño de la Tierra. Luego, a la velocidad de la luz, alcanzó el tamaño del sistema solar. Las condiciones eran tan extremas que aparecía y desaparecía materia. Se transformaba materia y energía simultáneamente. Pero, a medida que se enfriaba, debido a la expansión del universo, las partículas se hicieron más estables y dejaron de transformarse en energía.

3. Las partículas primitivas al disminuir su temperatura disminuyeron también su velocidad y se dieron las condiciones para la formación de los átomos del primer elemento, el hidrógeno. Un segundo más tarde aparecieron el helio y el litio. Transcurridos tres minutos desde el *Big Bang*, ya habían pasado las cosas más importantes en el proceso de formación del universo.

4. Unos 380 000 años después del *Big Bang* el universo comenzó a ser transparente. Esto permitió las primeras emisiones de luz al exterior.

5. 200 millones de años más tarde, las nubes de gas de hidrógeno y helio darían lugar a las primeras estrellas. Entonces el universo inició una etapa de luz y esplendor. El universo empezó a iluminarse en todas las direcciones hasta formar el impresionante espectáculo que vemos hoy cuando miramos el cielo nocturno.

6. 1 000 millones de años después del *Big Bang* se formaron las primeras galaxias. Durante los 8 000 millones de años siguientes, continuó el proceso de formación de nuevas galaxias.

En 1964, 14 000 millones de años después del *Big Bang*, dos jóvenes investigadores descubrieron por accidente esta radiación.

Los físicos Arno Penzias y Robert Wilson, mientras trabajaban para una compañía telefónica, detectaron una radiación de microondas que provenía desde todas partes del cielo. Al principio pensaron que era un error debido a un fallo del equipo de medida, pero en realidad lo que habían descubierto era la prueba de la creación del universo. Esta evidencia del origen del universo se conoce como radiación de fondo cósmico.

### PUEBLOS ORIGINARIOS

Todos los pueblos y culturas del mundo han tenido o tienen una visión del cosmos. Por ejemplo, para el pueblo mapuche todo en el universo es dual; Antü (Sol) se opone a Küllem (Luna), como el hombre se opone a la mujer y el joven al anciano. Lo mismo sucede con las estaciones del año.

¿Cómo se relaciona esto con el conocimiento actual del universo?

## TEMA 2 → Sistemas planetarios

Hoy en día muchas de las respuestas a ciertos fenómenos nos resultan evidentes, sin embargo, estas han sido el resultado de miles de años de observación y de desarrollo social y cultural de la humanidad. Por esta razón, es importante considerar que el conocimiento es dinámico y que, sin los aportes de los pensadores y científicos del pasado, no tendríamos los avances de hoy en día. En este tema, analizarás diversos modelos planetarios, entendiendo que un modelo responde a una época en particular, en la cual los medios (culturales y/o materiales) para obtener información pueden ser o no limitados.

¿Qué cuerpos componen el sistema solar?

---



---



---

### Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

### Actividad grupal

**Objetivo:** A partir del análisis de una experiencia, comprender cómo se realizaban las observaciones en la Antigüedad.

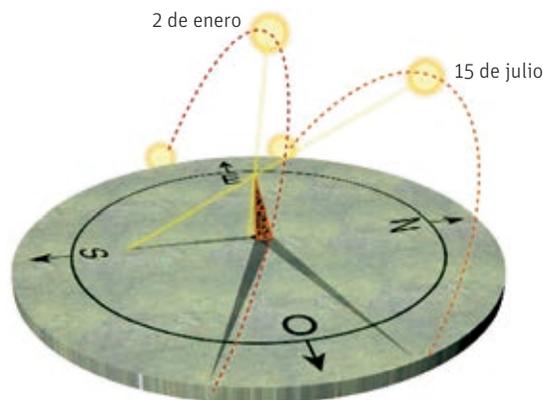
**Habilidad:** Analizar los resultados de una experiencia.

**Actitud:** Valorar la forma en la que la ciencia construye conocimiento.

**Tiempo:** 15 minutos.

Reúnanse en parejas y analicen la siguiente experiencia realizada por Pamela y Gabriel:

En un disco similar a un reloj de Sol, marcaron los puntos cardinales. De este modo, la sombra que el Sol proyectaba en distintos momentos del día entregaba información acerca de su trayectoria, tal como se representa en la imagen.



A partir de esta información, y considerando que experiencia se realizó en el hemisferio sur, espondan:

- Respecto de las fechas que se señalan: ¿qué día el Sol describe una trayectoria mayor?, ¿cómo se relaciona aquello con la duración del día?  
\_\_\_\_\_
- ¿Por qué el Sol describe trayectorias diferentes en distintas épocas del año? Expliquen.  
\_\_\_\_\_
- ¿De qué manera se mueve la Tierra alrededor del Sol?, ¿cómo se relaciona esto con las estaciones del año? Expliquen.  
\_\_\_\_\_
- ¿Qué importancia le atribuyen a la observación en ciencias? Expliquen.

Las primeras observaciones de los astros fueron realizadas con instrumentos rudimentarios, similares al descrito en la actividad anterior. A partir de estas, surgieron los primeros modelos del cosmos.

### IMPORTANTE

Un modelo es una representación abstracta o concreta que permite explicar cómo ocurre un determinado fenómeno.

## El modelo de Aristóteles

Según Aristóteles (384 a. C. - 322 a. C.), el universo estaba constituido por dos regiones esféricas, separadas y concéntricas. La Tierra, que ocupaba el centro del universo, era la región de los elementos: fuego, aire, agua y tierra. Más allá, en la esfera lunar se encontraba la región etérea de los cielos, cuyo único elemento era la incorruptible quinta esencia.

Los movimientos de todos los astros situados en esferas concéntricas con la Tierra eran perfectos, es decir, circulares, uniformes y perpetuos. Al igual que en el modelo de la escuela de Pitágoras, el universo terminaba en la esfera de las estrellas fijas. Los aportes de Aristóteles al conocimiento occidental superan los de cualquier otro filósofo de su época, ya que definió los primeros conceptos que darían origen a la mecánica.

Aristóteles afirmaba que los cuerpos tienden a ocupar su lugar natural (si no son obstaculizados para ello). Los cuerpos ligeros tienden a ir hacia arriba y los pesados, hacia abajo. Estos son los movimientos naturales y los demás movimientos son “forzados”. Según Aristóteles, todo movimiento ocurre porque existe un “motor” que lo ocasiona. En los movimientos naturales, el motor es eterno y está en el cuerpo que se mueve; en los forzados, el motor es externo y origina el movimiento.

La principal idea que introdujo Aristóteles fue que, para mantener o producir un movimiento de un cuerpo, es necesaria una fuerza. Aunque sabemos que muchas de estas afirmaciones no son correctas (ya que procedían de la observación simplista de la naturaleza), estuvieron asentadas durante más de dos mil años e influyeron en el pensamiento social de diferentes épocas.

●●● Actividad grupal

### Analicemos el modelo de Aristóteles

En parejas, respondan las siguientes preguntas a partir del modelo propuesto por Aristóteles sobre el universo.

- ¿Cuál(es) de los planteamientos propuestos por Aristóteles es(son) más cercanos a lo que se acepta actualmente en la ciencia y cuál(es) no? Fundamenten.
- ¿De qué manera, el conocimiento científico permite validar o rechazar el modelo de Aristóteles? Expliquen.
- ¿De qué manera influyen las características de la época en los postulados planteados en este modelo?



Modelo planetario de Aristóteles.

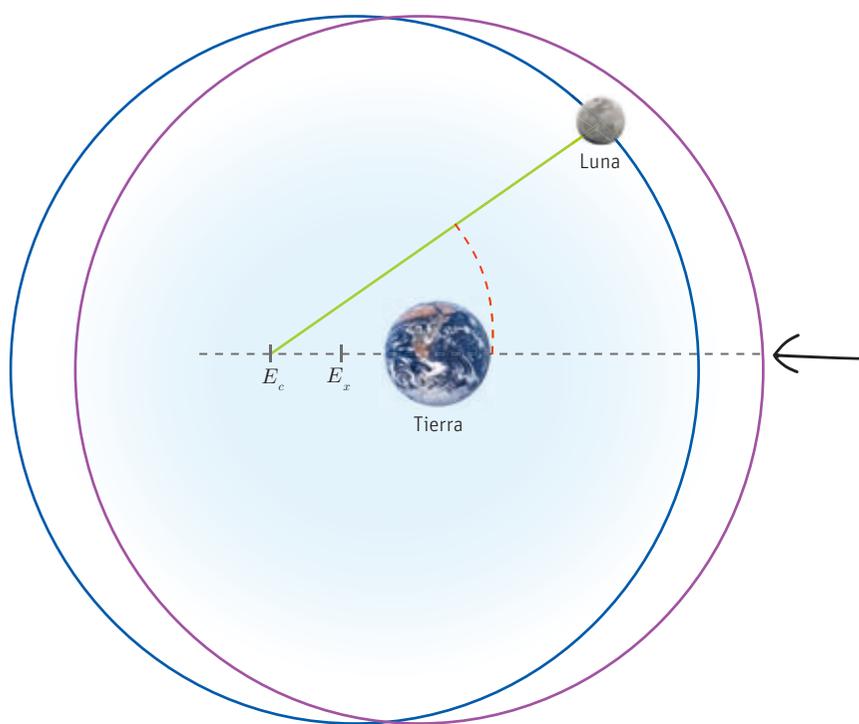


## El modelo de Ptolomeo

Claudio Ptolomeo (100-170 d. C.) fue uno de los más célebres astrónomos de la Antigüedad. Su modelo del universo, descrito en la obra *Almagesto*, es geocéntrico (la Tierra situada en el centro), al igual que el de Aristóteles. En el sistema de Ptolomeo, las estrellas se describen como puntos en la esfera celeste que giran en torno a la Tierra y que mantienen una distancia fija entre ellos, lo que justifica que pertenezcan a una sola esfera. El Sol y la Luna presentan un movimiento diferente al de los planetas. Para ajustar el modelo a los datos experimentales, Ptolomeo introdujo el concepto de excentricidad de las trayectorias, es decir, un desplazamiento del centro de la órbita ( $E_x$ ) respecto al centro de la Tierra. También incorporó a su modelo otra modificación, que consistía en que la velocidad angular de las trayectorias debía ser constante respecto de un punto al que denominó ecuante ( $E_c$ ).

### MUJERES EN LA HISTORIA

En el siglo III, vivió en Alejandría la célebre matemática y astrónoma Hipatia, quien fuera hija y discípula del astrónomo Teón. Ella realizó importantes aportes en geometría, álgebra y astronomía, introduciendo, además, notables mejoras a algunos instrumentos de observación astronómica, como el astrolabio. En el año 2009, se estrenó la película inspirada en su vida, *Ágora*, del director Alejandro Amenábar.



En el modelo propuesto por Ptolomeo, el centro de la órbita se desplazaba, con lo cual se explicaban las diferencias en el brillo de la Luna y del Sol.

Modelo planetario de Ptolomeo.

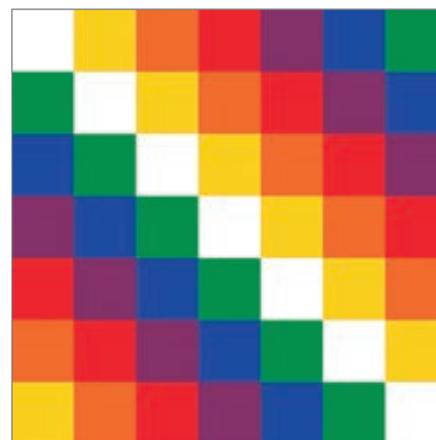
Los ajustes que Ptolomeo realizó a las órbitas permitieron explicar las diferencias de tamaño y brillo que pueden observarse en el Sol y la Luna, así como los cambios de velocidad del Sol a lo largo de su trayectoria.

#### ●●● Actividad grupal

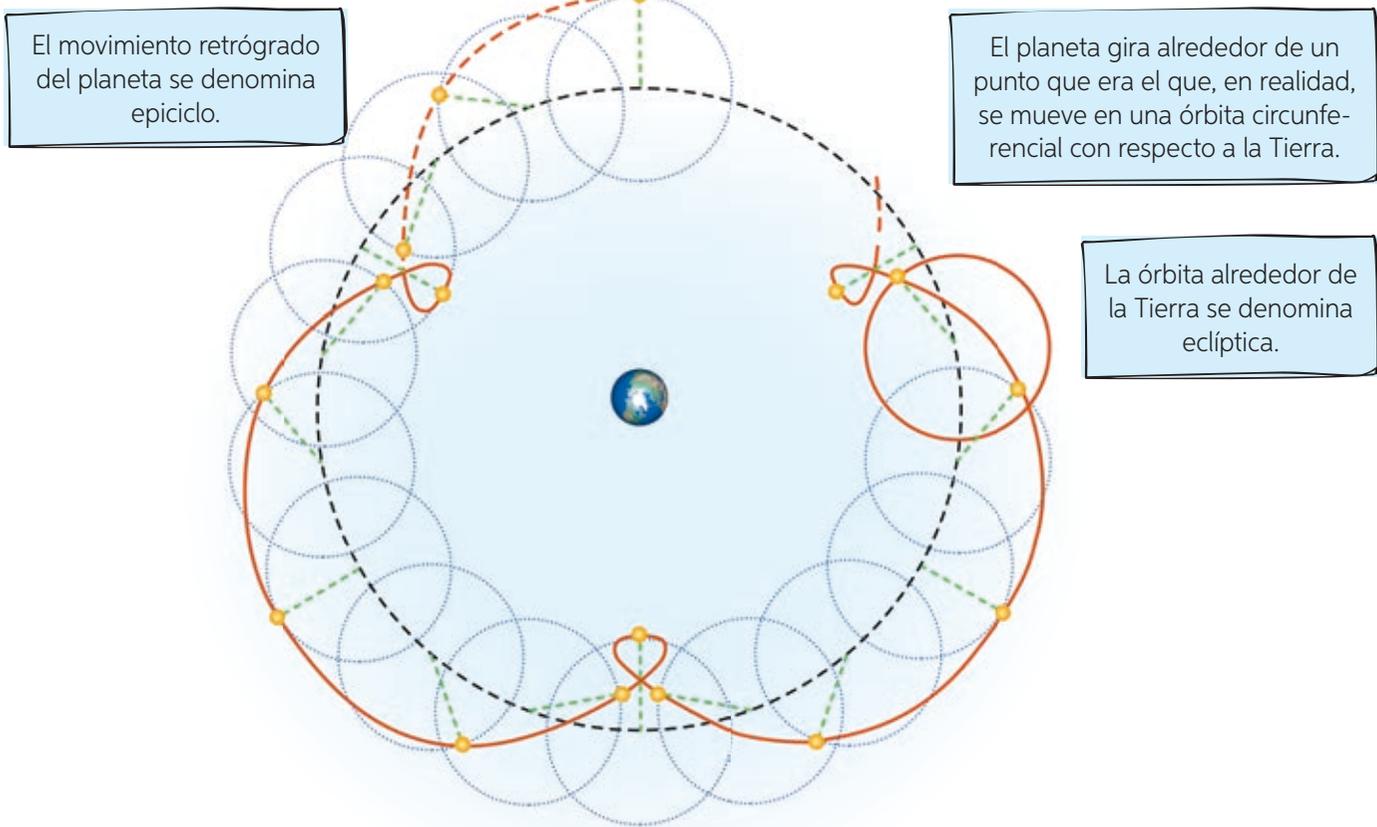
### Analizando la cosmovisión de los pueblos andinos

Reúnanse en parejas y lean la siguiente información:

La whipala (imagen del costado) 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, de manera que cada color, representa lo siguiente: blanco: El tiempo y la dialéctica (jaya-pacha); Amarillo: La energía y la fuerza (ch' ama-pacha); Anaranjado: La sociedad y la cultura andina; Rojo: El planeta Tierra (aka-pacha); Violeta: La política y la ideología andina; Azul: El espacio cósmico (araxa-pacha). Es la expresión de sistemas estelares del universo y los efectos naturales que se sienten sobre la Tierra, es la astronomía y la física, es la ley de gravedad y Verde: La economía y la producción andina. ¿Cómo se relaciona la cosmovisión de los pueblos andinos con los modelos del universo?



La parte más confusa del modelo de Ptolomeo es aquella que explica el movimiento de los planetas. Ptolomeo observó que estos realizaban movimientos retrógrados, es decir, volvían sobre su trayectoria formando lazos en la esfera celeste. Para justificarlos utilizó un movimiento compuesto por dos rotaciones, tal como se representa en el siguiente esquema:



El movimiento retrógrado del planeta se denomina epiciclo.

El planeta gira alrededor de un punto que era el que, en realidad, se mueve en una órbita circunferencial con respecto a la Tierra.

La órbita alrededor de la Tierra se denomina eclíptica.

Esquema del movimiento retrógrado.

Un modelo sencillo de epiciclos no daba respuesta a las órbitas de algunos planetas, por lo que hubo que introducir varios epiciclos, e incluso, epiciclos dentro de otros epiciclos. Sin embargo, Ptolomeo justificó su modelo prediciendo eclipses de Sol y de Luna. Estos resultados fueron muy útiles para el desarrollo de la astrología, de gran interés en su época. Por esta y otras razones, el modelo de Ptolomeo se mantuvo vigente por casi catorce siglos.

●●● Actividad grupal

**Comparemos los modelos geocéntricos**

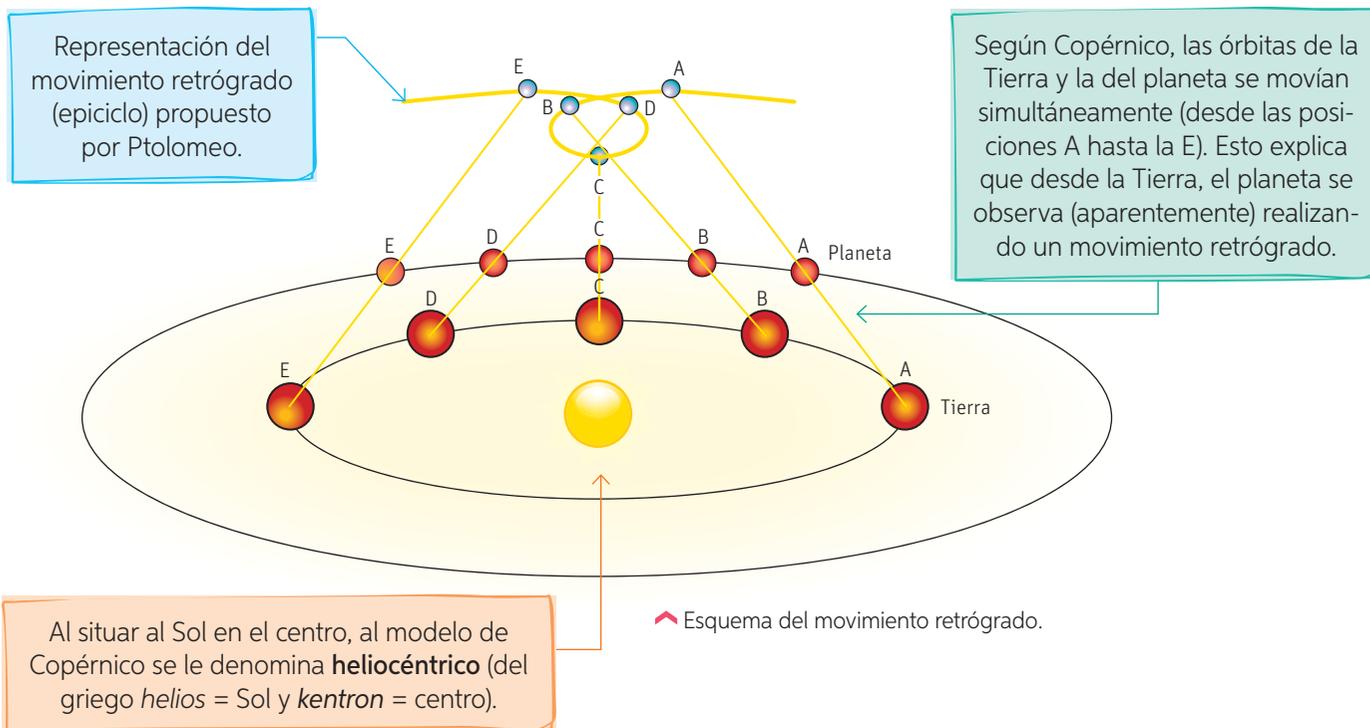
Reúnanse en parejas y completen la siguiente tabla, en la cual deben consignar las similitudes y diferencias entre los modelos de Aristóteles y de Ptolomeo.

Comparación entre los modelos de Aristóteles y de Ptolomeo	
Similitudes	Diferencias

## El modelo de Copérnico

Muchos siglos después de Ptolomeo, el astrónomo Nicolás Copérnico (1473-1543) se preguntó si podría desarrollar un modelo que describiera el movimiento de los astros y que fuera más simple. Para Copérnico, el Sol debería desempeñar un papel único en el universo debido a su mayor tamaño con respecto al resto de los planetas, ya que es el que ilumina y proporciona calor a la Tierra.

Desde la Tierra, Copérnico observó que Mercurio y Venus tenían un brillo variable a lo largo del año, lo que parecía indicar que las distancias con respecto a la Tierra también variaban. No era, por tanto, concebible que girasen alrededor de la Tierra y sí que lo hicieran alrededor del Sol. ¿Por qué no podía suceder lo mismo con los demás planetas? Este planteamiento le permitió justificar los aparentes epiciclos que había introducido Ptolomeo. Esto se explica mediante el siguiente esquema:



Todas las conclusiones de Copérnico fueron publicadas de forma póstuma en 1543, en la obra *Sobre las revoluciones de los cuerpos celestes* (escrita en el transcurso de veinticinco años de trabajo). Hoy en día, se considera la obra de Copérnico como revolucionaria, ya que impulsó una serie de cambios que se consolidarían con la denominada "revolución científica".

En la representación del modelo de Copérnico, el Sol se sitúa en el centro y los planetas giran en torno a él.



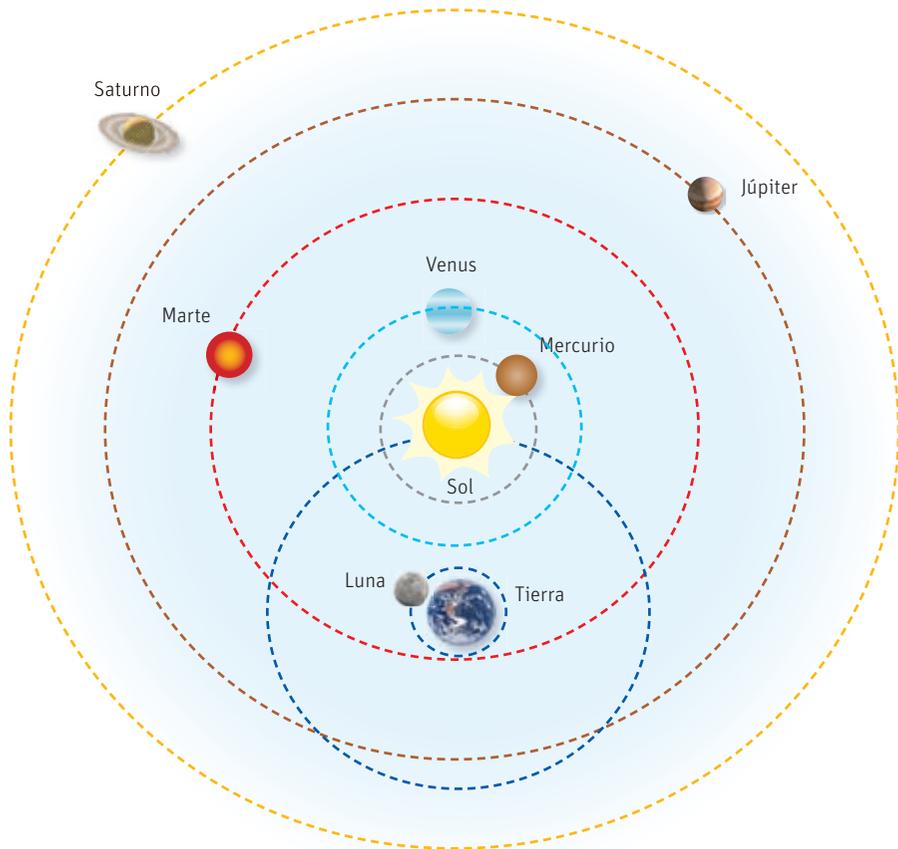
Modelo planetario de Copérnico.

## Los aportes de Tycho Brahe

Tycho Brahe (1546-1601), un destacado astrónomo danés, se dedicó desde muy pequeño al estudio y observación de los astros. El origen habría sido la profunda impresión que le provocó el eclipse solar de 1560.

En 1572 una estrella apareció en la constelación de Casiopea alcanzando la luminosidad de Júpiter y después desapareció. Tycho la observó durante un año y medio, tratando de calcular con sus instrumentos y conocimientos la distancia con el método del paralaje. Ahí, se dio cuenta de que la estrella carecía de paralaje, lo que equivalía a admitir que se encontraba a una distancia infinita.

Tycho Brahe publicó los resultados de su trabajo, provocando con él una verdadera revolución en el campo de las creencias astronómicas, ya que por primera vez se demostró que las esferas superlunares no eran en absoluto inmutables, contrariamente a la opinión de Aristóteles. Según sus mediciones y observaciones, Tycho Brahe propuso el siguiente modelo planetario.



Modelo planetario de Tycho Brahe.

● Actividad individual

### Analizo los aportes de Tycho Brahe

Compara el modelo propuesto por Tycho Brahe con el modelo geocéntrico de Ptolomeo y el heliocéntrico de Copérnico. ¿Qué similitudes y diferencias observas?

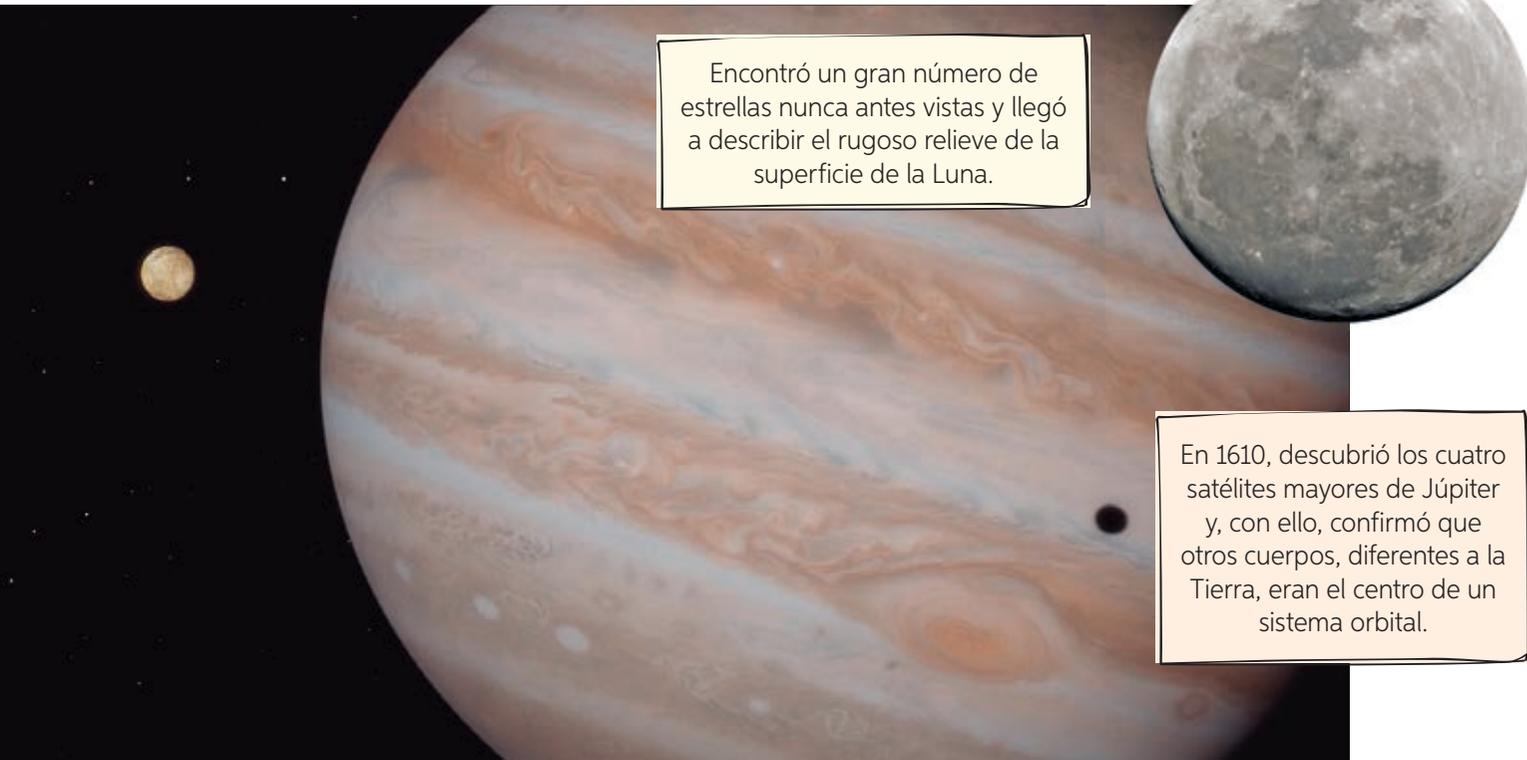
Comparación entre los modelos	
Similitudes	Diferencias

### IMPORTANTE

La **paralaje** es un método de medición de las distancias astronómicas, y puede ser utilizado para determinar la distancia desde la Tierra a estrellas relativamente próximas. La paralaje sirve de base a la unidad de distancia interestelar llamada **Parsec**. Un parsec, es igual a 3.26 años luz, se define como la distancia a la que 1 unidad astronómica subtende un ángulo de 1 segundo de arco (1/3600 de grado)

## Los aportes de Galileo Galilei

Galileo Galilei (1564-1642) perfeccionó el telescopio, construyendo lentes de hasta treinta aumentos, lo que le permitió, entre otras cosas, observar las fases de Venus, hecho que lo hizo convertirse en un defensor del sistema copernicano. Algunos de sus hallazgos más importantes fueron los siguientes:



Encontró un gran número de estrellas nunca antes vistas y llegó a describir el rugoso relieve de la superficie de la Luna.

En 1610, descubrió los cuatro satélites mayores de Júpiter y, con ello, confirmó que otros cuerpos, diferentes a la Tierra, eran el centro de un sistema orbital.

Confianza en el apoyo de sus protectores y en su conocimiento, publicó en Florencia, en el año 1632, su obra *Diálogo sobre los dos grandes sistemas del mundo*. Un año después fue procesado por la Inquisición, ante la cual tuvo que retractarse de su teoría bajo amenazas. Finalmente, lo confinó hasta su muerte en su domicilio, cerca de Florencia.

●●● Actividad grupal

### Analicemos los aportes de Galileo

En parejas, respondan las siguientes preguntas:

- ¿Cuál creen que fue el aporte de Galileo al desarrollo y consolidación del modelo heliocéntrico?
- ¿De qué manera el contexto histórico influye en el conocimiento científico? Fundamenten.

### Desarrollo de la misión

Ahora que conoces todas las teorías y modelos que se han desarrollado a lo largo del tiempo para explicar el origen y la evolución del universo, reúnete con tu equipo de trabajo y elaboren el cortometraje que les permita evidenciar estos conocimientos. Identifiquen las evidencias que utilizarán para llevar a cabo esta misión.




---



---



---

**Ciencia, Tecnología y Sociedad**

**La materia oscura**

El descubrimiento de la materia oscura se produjo cuando los científicos midieron la velocidad de las estrellas de una determinada galaxia. Producto de ello se observó que la velocidad de las estrellas periféricas (más alejadas del núcleo) era mucho mayor que la velocidad calculada teóricamente. Cuando se quiso calcular la masa que producía una mayor velocidad sobre las estrellas periféricas, se determinó que esta era mucho mayor que la masa observable. Como única respuesta a este problema surgió el concepto de masa o materia oscura, la cual solo puede ser observada por sus efectos gravitacionales.

Por otra parte, si bien el espacio interestelar es principalmente vacío, existe una densidad extremadamente pequeña de energía. A dicha energía invisible se la denomina energía oscura. El origen y naturaleza de esta aún es materia de estudio, pero se cree que es la más abundante en el universo, llegando a representar el 75 % de la energía total. Según las últimas observaciones, se cree que la energía oscura sería la responsable de la expansión acelerada del universo.



¿De qué manera se construye el conocimiento con las investigaciones realizadas por los científicos?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



**Cierre de la misión**

Al comienzo de la lección te invitamos a crear un cortometraje que explicara el origen y evolución del universo. ¿Qué evidencias consideraron para desarrollar el cortometraje?

¿Esta misión se incluirá en el proyecto del texto?  
Fundamenta en la página 13.



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Reflexiono sobre lo que aprendí**

Lee y comenta las siguientes preguntas con tus compañeros, para conocer si alcanzaste el propósito de la lección.



Contenido	Habilidades/Estrategias	Actitudes
¿Consideras que debes reforzar alguno de los contenidos trabajados en esta lección?, ¿por qué? ¿Qué conceptos te gustaría seguir profundizando?	¿De qué manera el uso de modelos gráficos permite comprender mejor el mundo que nos rodea?, ¿Consideras que elaborar esquemas es una buena estrategia de aprendizaje? Fundamenta.	¿Cómo evoluciona el conocimiento científico? ¿De qué manera influye el aporte de los científicos sobre la forma en que comprendemos el mundo?

Representa

1 Gabriel desea representar las características principales de los modelos de Ptolomeo y Copérnico. Para ello, ayúdalo completando los siguientes pasos:

a. Completa la siguiente tabla, identificando las similitudes y diferencias entre el modelo de Ptolomeo y el de Copérnico.

Comparación entre los modelos de Ptolomeo y de Copérnico	
Similitudes	Diferencias

b. Dibuja un esquema que represente cada uno de los modelos.

Modelo de Ptolomeo	Modelo de Copérnico

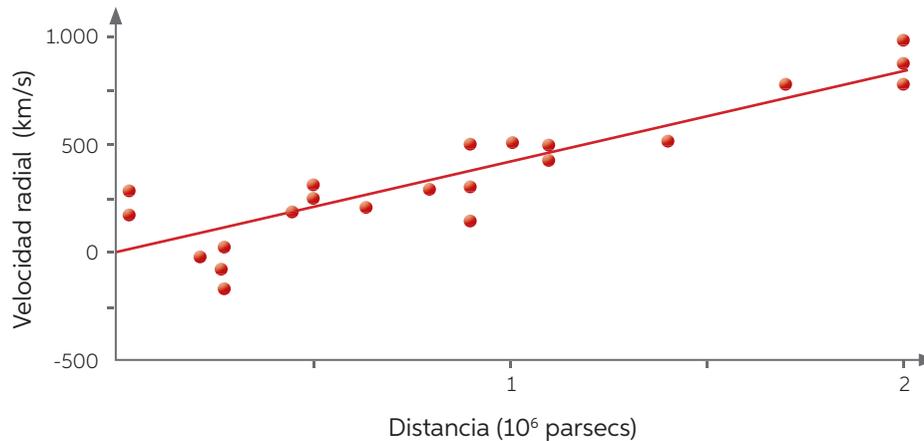
Explica

2 A partir de los modelos de Ptolomeo y Copérnico, responde las siguientes preguntas:

- a. ¿Qué evidencias respaldaban a cada uno de los modelos?
- b. ¿Qué hecho hizo que el modelo de Ptolomeo no fuera viable?
- c. ¿Qué hechos y creencias contribuyeron a que el modelo geocéntrico se mantuviera hasta el siglo XV?
- d. ¿Qué importancia les atribuyes a las evidencias en ciencias? Fundamenta.

Explica

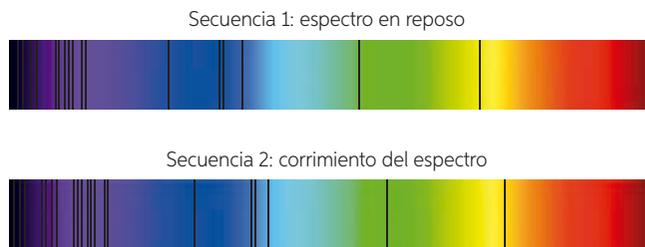
3 A partir de sus mediciones respecto de las galaxias, Hubble construyó el siguiente gráfico:



A partir del gráfico, ¿por qué se puede afirmar que las galaxias se están alejando? Fundamenta.

**Analiza**

**4** Eduardo encuentra en un libro de consulta la siguiente secuencia del espectro cósmico de una galaxia.



- a. ¿Qué corrimiento se observa en la secuencia?
- b. ¿Qué consecuencia tiene este tipo de corrimiento?

**Analiza**

**5** La galaxia Andrómeda, al contrario de lo que ocurre con muchas otras galaxias, se está acercando a la Vía Láctea. Si posee el siguiente espectro en reposo:



- a. ¿Hacia donde se verán desplazadas sus líneas espectrales?
- b. ¿Qué evidencias consideraste para dibujar las líneas espectrales?

**¿Cómo voy?**

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Si es necesario, pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítem	Habilidad	Nivel de desempeño
Comparé los modelos planetarios a partir de evidencias.	1 y 2	Representar y explicar.	<input type="checkbox"/> L: Dos ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: Un ítem correcto. <input type="checkbox"/> PL: Ningún ítem correcto.
Comprendí que el universo cambia y se expande.	3, 4 y 5	Explicar y analizar.	<input type="checkbox"/> L: Tres ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: Dos ítem correcto. <input type="checkbox"/> PL: Uno o ningún ítem correcto.

L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr.

**Reflexiono sobre mi desempeño**

Según tu apreciación (1: en desacuerdo; 2: ni de acuerdo ni en desacuerdo; 3: de acuerdo), marca con ✓ las siguientes afirmaciones:

	1	2	3
He comprendido el origen y evolución del universo considerando las evidencias.			
He empleado diferentes estrategias para trabajar los aprendizajes de la lección.			
He identificado los aportes de científicos y su contexto histórico.			

## Lección

# 2

# Las leyes del universo

### Propósito de la lección

¿Por qué los planetas giran alrededor del Sol? ¿Será por la misma razón que la Luna gira en torno a la Tierra? Desde pequeños hemos observado el movimiento de la Luna y contemplado sus fases, pero ¿por qué la Luna orbita la Tierra y la Tierra al Sol?

En esta lección, aprenderás sobre las leyes que explican el comportamiento de los cuerpos celestes en el universo, para que puedas mostrar curiosidad, creatividad e interés por conocer y comprender los fenómenos del entorno natural y tecnológico.

## CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

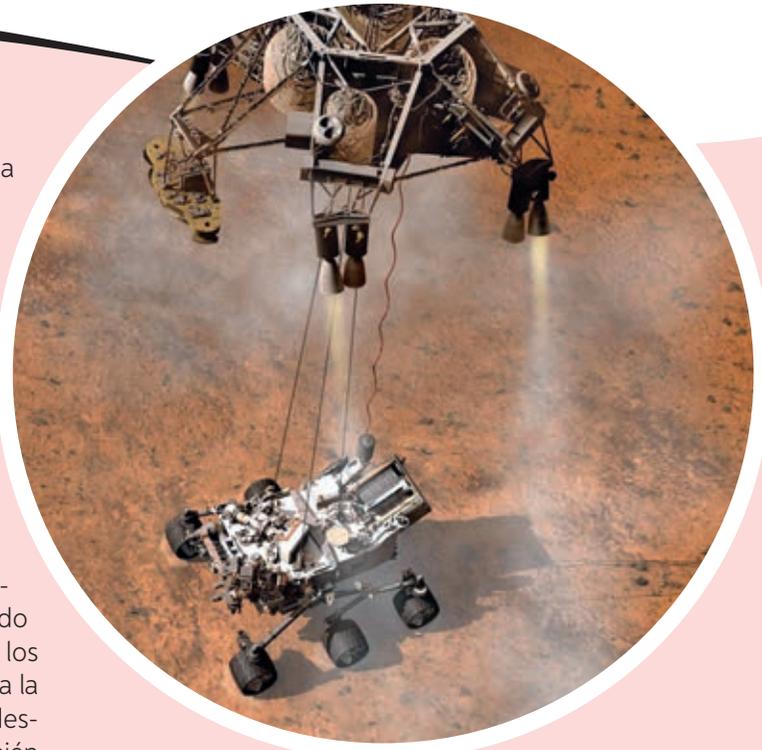
### El aterrizaje del *Curiosity* en Marte

El 6 de agosto del 2012, aterizó en la superficie de Marte la misión *Mars Science Laboratory*, conocida como *Curiosity*.

El vehículo robotizado y desarrollado por la NASA se encuentra estudiando la superficie marciana. Los objetivos de la misión son analizar posibles manifestaciones de vida en el planeta, así como sus condiciones de habitabilidad para la futura llegada del ser humano y el establecimiento en una base. Para el aterrizaje, se eligió una zona de una superficie de unos 500 km<sup>2</sup>, ubicada dentro de un cráter, donde se piensa que podría haber existido un antiguo océano, por lo que es de especial interés para el objetivo de la misión. El descenso del *Curiosity* debía tardar aproximadamente siete minutos, y para que resultara exitoso, las etapas del aterrizaje debieron ser planeadas segundo a segundo, tal como se describe a continuación. Durante los primeros cuatro minutos, luego de la entrada de la cápsula a la atmósfera marciana, se experimentó la primera y mayor desaceleración, producto del roce con la atmósfera, lo que también generó que la coraza protectora de la cápsula alcanzara una temperatura cercana a 900 °C. Como la atmósfera de Marte es 100 veces menos densa que la de la Tierra, la cápsula fue desacelerada solo a 1600 km/h.

Durante los dos minutos siguientes, para disminuir aún más la velocidad, se utilizó un paracaídas supersónico. El roce del paracaídas con la atmósfera de Marte logró que la velocidad de la nave disminuyera a 320 km/h. En esta etapa se liberó la coraza protectora de calor y se comenzaron a recolectar datos para la última parte del aterrizaje. Finalmente, durante el último minuto, se activaron retropropulsores y se separó la coraza posterior, activándose una grúa que, a través de cuerdas, bajó al *Curiosity* hasta tocar la superficie de Marte. Entonces, se cortaron las cuerdas y el sistema encargado de depositar al robot se alejó hasta dejarse caer a una distancia que no lo pusiera en riesgo.

Fuente: [www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)



▲ Misión *Curiosity*.

¿Qué beneficios crees que tiene conocer las características de Marte?

---

---

---

---

---

---

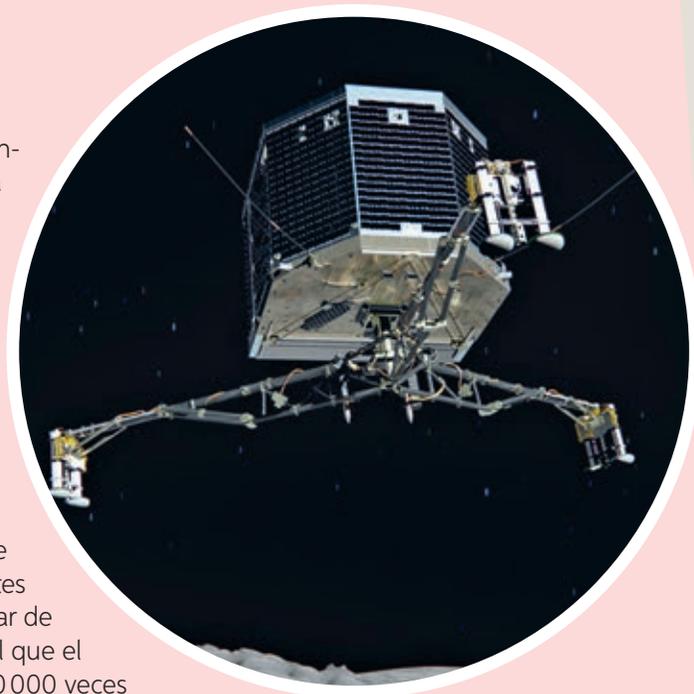
---

 **Ciencia al día**

## Por primera vez en la historia, una sonda aterriza en un cometa

El 2 de marzo del año 2004, la Agencia Espacial Europea (ESA) lanzó la sonda espacial Rosetta, cuya misión era orbitar el cometa 67P/Churyumov–Gerasimenko y lograr que un módulo de investigación, Philae, se posara sobre su superficie. Para obtener el impulso gravitacional necesario para su viaje, Rosetta necesitó orbitar tres veces a la Tierra y una vez al planeta Marte. Esta manera de obtener impulso es similar al deporte del lanzamiento del martillo, ya que cuando el deportista gira, le entrega al martillo la energía necesaria para que este alcance la mayor distancia posible. El 6 de agosto de 2014, después de 10 años de viaje, Rosetta logró acercarse a unos pocos kilómetros del cometa 67P. Luego, en noviembre del mismo año, la sonda liberó al módulo Philae, el que se aproximó al cometa desde una distancia de 22 kilómetros, alcanzando su superficie después de siete horas. Antes de posarse de forma definitiva en la superficie, Philae rebotó un par de veces, esto se produjo porque la fuerza de atracción gravitacional que el cometa ejerce sobre el módulo es muy baja (aproximadamente 10 000 veces menor que la que ejerce la Tierra sobre él). Una vez que el módulo logró anclarse a la superficie del cometa, comenzó a enviar datos y fotografías, que han sido analizadas por los científicos. Ellos han determinado, inicialmente, que la superficie del cometa es más compacta de lo que se pensaba y que existe una gran cantidad de hielo bajo su superficie.

Al margen de los datos y fotografías enviadas por el módulo, el gran mérito de la misión se relaciona con el hecho de haber logrado posar un módulo en la superficie de un cometa, cuyo tamaño relativo es ínfimo, en comparación con otros cuerpos celestes de nuestro sistema solar.



 Sonda espacial Rosetta.

Fuente: ESA.

¿Qué características sabes de la fuerza gravitacional?

---



---



### Inicio de la misión

En esta lección tendrás la misión de explicar una de las consecuencias de las leyes que rigen en el universo. Para ello, podrás escoger la estrategia que desees para comunicar el resultado de tu misión.

Para comenzar, reúnete con tres compañeros y consideren que a lo largo del texto han realizado videos, diseñado afiches y hasta escrito la letra de una canción. Pueden escoger cualquiera de las estrategias utilizadas en las lecciones anteriores o bien proponer una nueva. Para ello, utilicen el siguiente espacio.




---



---



---



---



---



---

# TEMA 1 → Las leyes de Kepler

El movimiento de los planetas en el sistema solar posee ciertas características. Por ejemplo, sabemos que la Tierra, en particular, demora aproximadamente 365 días en dar una vuelta completa alrededor del Sol, pero ¿cuánto tiempo demoran los demás planetas? En este tema, podrás comprender cualitativamente diversos fenómenos y estructuras cósmicas, por medio de las leyes de Kepler, las cuales te permitirán explicar las características del universo por medio de las evidencias.

¿Sabes quién fue Kepler? Y ¿cuáles fueron sus postulados?

---



---

## Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

## Actividad grupal

**Objetivo:** Realizar una construcción geométrica.

**Habilidad:** Representar e inferir las características de las órbitas planetarias.

**Actitud:** Interés por comprender el entorno natural.

**Tiempo:** 15 minutos.



Montaje del procedimiento experimental.

**Advertencia:** Tengan precaución al manipular los materiales de la actividad.

Reúnanse en grupos de tres integrantes y consigan un trozo de hilo, dos chinchas, cinta adhesiva, un trozo de cartulina blanca y un lápiz. Luego, realicen el siguiente procedimiento:

1. Utilizando cinta adhesiva, fijen la cartulina a la superficie de una mesa.
2. Claven los dos chinchas sobre la cartulina, espaciados unos 15 cm, y amarren los extremos del hilo a cada uno de ellos.
3. Utilizando el hilo como guía, tracen una figura alrededor de los chinchas, tal como se muestra en la imagen.

a. ¿Qué figura resultó?, ¿qué elementos reconocen en ella?

---



---

b. ¿Piensan que los planetas puedan seguir órbitas similares a las dibujadas en la cartulina? Expliquen.

---



---

c. ¿De qué manera creen que el uso de la geometría ayuda a comprender mejor el las características de las órbitas planetarias? Expliquen.

---



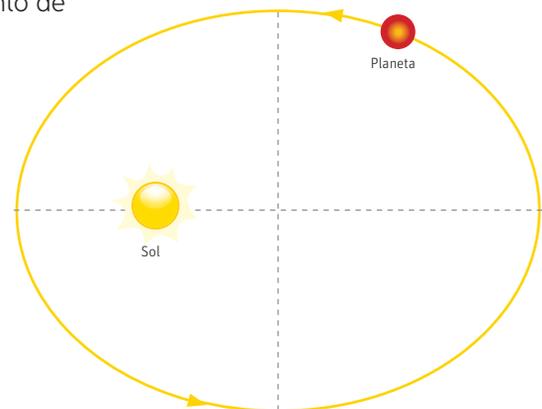
---

En la actividad anterior trazaste una figura geométrica llamada elipse, la cual gracias a las observaciones realizadas por Kepler, representa el movimiento de los planetas alrededor del Sol, tal como plantea la primera ley de Kepler.

### Primera ley de Kepler

Si bien Kepler pensaba que las órbitas planetarias eran circulares, tras cuatro años de observaciones sobre Marte, llegó a la conclusión de que los datos colocaban a las órbitas ocho minutos de arco fuera del esquema circular de Copérnico. Además, comprobó que este hecho se repetía para todos los planetas. De esta manera, descubrió que la elipse era la mejor curva que podía describir el movimiento planetario, estableciendo que:

Los planetas describen órbitas elípticas alrededor del Sol, el cual está situado en uno de sus focos.



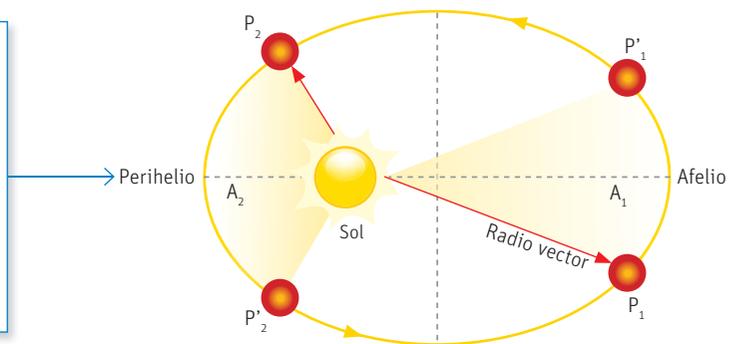
Representación 1ª ley de Kepler.

## Segunda ley de Kepler

Otro hecho observado por Kepler fue que la velocidad de los planetas dependía de su posición en la órbita. Intentó, entonces, encontrar una relación matemática que permitiera definir dicha velocidad y, partiendo de hipótesis incorrectas, llegó sorprendentemente a un resultado correcto.

El radio vector (o vector posición) de un planeta con respecto al Sol barre áreas iguales en tiempos iguales.

Si un planeta tarda el mismo tiempo en ir desde  $P_1$  a  $P'_1$  que en ir de  $P_2$  a  $P'_2$ , entonces las áreas  $A_1$  y  $A_2$ , indicadas en la imagen, son iguales. En consecuencia, un planeta se mueve más rápido cuando está más próximo al Sol que cuando está más alejado. La elipse que se muestra en la imagen solo es un modelo para explicar la primera ley de Kepler, ya que las órbitas elípticas de los planetas son casi circulares.



Representación 2ª ley de Kepler.

Kepler nunca pudo dar una explicación matemática a esta ley obtenida de forma empírica, ya que la herramienta matemática para su demostración, el cálculo diferencial, se desarrollaría medio siglo más tarde, con los trabajos de Leibniz y Newton.

## Tercera ley de Kepler

Kepler enunció su tercera ley como consecuencia de su inquietud por encontrar un modelo general para todos los planetas, algo que dirigiese ese aparente orden del universo. Hasta entonces, cada planeta parecía tener su órbita propia y su velocidad independiente del resto. Buscó esta regla incluso dentro de la armonía musical. Sin embargo, la solución la volvió a encontrar en las mediciones de Tycho Brahe.

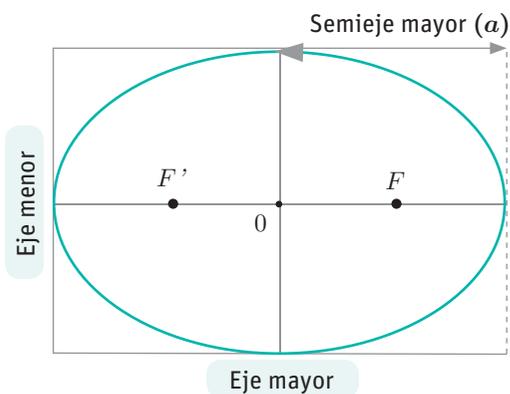
La tercera ley muestra la relación entre los tamaños de las órbitas y el tiempo que emplean los planetas en recorrerlas.

Los cuadrados de los períodos de revolución de los planetas alrededor del Sol ( $T$ ) son directamente proporcionales a los cubos de los semiejes mayores, o radios medios ( $a$ ):

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

Donde  $K$  es una constante de proporcionalidad, igual para todos los planetas, que solo depende de la masa del Sol.

En su conjunto, las leyes de Kepler permitieron describir con rigor matemático cómo se movían los planetas. Sin embargo, la causa de dicho movimiento sería resuelta por Isaac Newton, como veremos más adelante.



## Desarrollo de estrategias

Aplicando la tercera ley de Kepler.

### Situación problema

Sandra y Ricardo averiguan que la distancia media entre el Sol y el planeta Urano es de aproximadamente 19,18 UA (unidades astronómicas) y que el valor de la constante  $K$  para el sistema solar es  $K = 2,976 \cdot 10^{-19} \text{ s}^2/\text{m}^3$  (en unidades del Sistema Internacional), y se preguntaron si solo a partir de esta información podían determinar su período orbital. Después de investigar, decidieron aplicar la tercera ley de Kepler para calcular el período orbital del planeta Urano.

#### PASO 1 Identifico las incógnitas

En el problema, debemos determinar el período orbital, el que se designa con la letra  $T$ . Para poder resolverlo, es importante considerar que una unidad astronómica (UA) corresponde a 149 597 870 700 m (que es la distancia media entre el Sol y la Tierra).

#### PASO 2 Registro los datos

Constante de proporcionalidad  $K = 2,976 \cdot 10^{-19} \text{ s}^2/\text{m}^3$ . Como la órbita del planeta Urano es aproximadamente circunferencial, es posible considerar que el semieje mayor ( $a$ ) es igual a la distancia media entre el Sol y Urano, es decir

$$a = 19,18 \text{ UA} = 2,869 \cdot 10^{12} \text{ m.}$$

#### PASO 3 Aplico los modelos

El modelo matemático que emplearemos es el que representa la tercera ley de Kepler:

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

Reemplazando los valores, se obtiene:

$$T^2 = 2,976 \cdot 10^{-19} \text{ s}^2/\text{m}^3 \cdot (2,869 \cdot 10^{12} \text{ m})^3$$

Al desarrollar la potencia, resulta:

$$T^2 = 2,976 \cdot 10^{-19} \text{ s}^2/\text{m}^3 \cdot 2,362 \cdot 10^{37} \text{ m}^3$$

Calculando el producto, se obtiene:

$$T^2 = 7,030 \cdot 10^{18} \text{ s}^2$$

Finalmente, se despeja el período orbital ( $T$ ):

$$T = \sqrt{7,030 \cdot 10^{18} \text{ s}^2}$$

$$T = 2\,651\,284\,971,48 \text{ s}$$



Para obtener el valor del período orbital en años, debemos dividir el resultado anterior por la cantidad de segundos que posee un año, es decir, 31 536 000.

$$T = \frac{2\,651\,284\,971,48}{31\,536\,000} \approx 84,07 \text{ años}$$

#### PASO 4 Escribo la respuesta

A partir de la tercera ley de Kepler, fue posible determinar que Urano completa un ciclo alrededor del Sol en aproximadamente 84 años.

#### PASO 5 Aplico lo aprendido

- Macarena sabe que un año en Marte equivale a 687 días terrestres, pero quiere conocer cuál es su radio orbital. Si ella considera que la órbita de Marte es aproximadamente circunferencial, ¿qué valor obtendrá para el radio orbital al aplicar la tercera ley de Kepler?
- La Tierra posee un período orbital de un año y el radio medio de su órbita es  $R_T$ . Si suponemos que otro planeta se encuentra a una distancia de  $3R_T$  del Sol y que su órbita es aproximadamente circunferencial, ¿cuál será su período orbital?
- Júpiter posee un período orbital de 11 años y 315 días (aproximadamente). Si consideramos que su órbita es circunferencial, ya que tiene una baja excentricidad, responde:
  - ¿Cómo será el movimiento que describe Júpiter alrededor del Sol? Señala las características considerando las tres leyes de Kepler.
  - ¿Cuál es la distancia media entre Júpiter y el Sol?
- ¿Cuál será el semieje mayor de la órbita elíptica de un cometa, que completa un período en torno al Sol cada 150 años?
- Si el radio de la órbita circunferencial de un planeta A es cuatro veces el radio de la órbita circunferencial de otro planeta B.
  - ¿En qué relación están los períodos de ambos planetas?
  - ¿Qué características deberían evidenciar los planetas A y B alrededor de su estrella si cumplen con las leyes de Kepler? Fundamenta.



## TEMA 2 → La ley de gravitación universal de Newton

Antes de Newton, ya se admitía que la caída de los cuerpos se debía a la atracción que la Tierra ejercía sobre ellos. Sin embargo, dicha fuerza no había sido descrita matemáticamente. Kepler, por ejemplo, pensaba que la fuerza que mantenía a los planetas girando alrededor del Sol era inversamente proporcional al radio de la órbita, hecho que no había sido comprobado. En este tema, podrás comprender cualitativa y cuantitativamente diversos fenómenos a partir de la ley de gravitación, que te permitirán explicar las características del universo.

¿Qué características posee la fuerza que mantiene a los planetas girando alrededor del Sol?

---



---

### Indaguemos a partir de nuestros aprendizajes previos

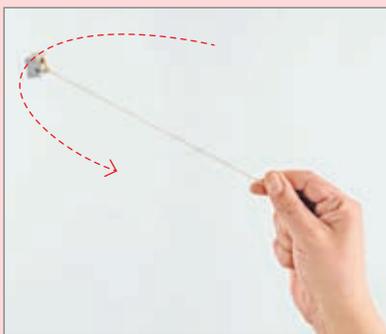
### Actividad grupal

**Objetivo:** Establecer una relación entre fuerza y movimiento orbital.

**Habilidad:** Representar e inferir las características de las órbitas planetarias.

**Actitud:** Participar de forma activa en el desarrollo de un procedimiento utilizando correctamente herramientas tecnológicas.

**Tiempo:** 15 minutos.



Montaje del procedimiento experimental.

Reúnanse en grupos de tres integrantes y consigan un objeto pequeño, como un sacapuntas o una goma, hilo y una cámara (pueden utilizar la cámara de un celular). Luego, realicen el siguiente procedimiento:

1. Amarren el hilo al objeto y háganlo girar, tal como se representa en la imagen.
2. Modifiquen el largo del hilo y repitan el procedimiento. En cada caso, graben un video.
3. Luego, respondan las siguientes preguntas:
  - a. ¿Qué fuerza posibilita que el objeto gire? Expliquen.

---



---

- b. ¿Hacia dónde actúa dicha fuerza? Dibujen un diagrama para representar la fuerza.

---



---

- c. Si mantienen la frecuencia de giro, ¿varía la fuerza necesaria para hacer girar el objeto al aumentar el largo del hilo? Expliquen.

---



---

- d. ¿De qué manera, los videos les permitieron procesar mejor los resultados de la experiencia?

---



---

En la actividad anterior pudimos observar que para que un cuerpo describa una trayectoria circunferencial respecto de un punto, debe actuar una fuerza. Cuando Newton trató de explicar la fuerza de atracción gravitacional, utilizó el siguiente ejemplo.

Si se lanza un proyectil desde una montaña muy alta, este describirá una trayectoria curva hasta caer a la superficie de la Tierra (observa la imagen de la derecha). Sin embargo, si el proyectil es lanzado con mayor velocidad, la curva descrita será cada vez mayor. Así, llegará un punto en que el proyectil no chocará en el suelo, sino que podrá entrar en una órbita cerrada alrededor de la Tierra, es decir, quedará en una caída permanente



Usando el ejemplo anterior, Newton pensó que la Luna experimenta una fuerza que la hace “caer a la Tierra” en una caída libre, producto de la cual describe una órbita circular. Newton consideró que la fuerza que ejerce la Tierra sobre la Luna es la misma que la que ejerce sobre cualquier cuerpo situado en la superficie terrestre, es decir, la fuerza de atracción gravitacional. Extendió dicha atracción a todos los astros del universo y, finalmente, concluyó que la gravedad es atributo de todos los cuerpos y es proporcional a la cantidad de materia contenida en cada uno, estableciendo la ley de gravitación universal.

Todos los cuerpos del universo se atraen con una fuerza que es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa.

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}$$

Donde  $M_1$  y  $M_2$  son las masas de los cuerpos que interactúan,  $r$  es la distancia de separación entre ellos y  $G$  es conocida como la constante de gravitación universal y cuyo valor en unidades del Sistema Internacional es

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$$

Desde que Newton dedujo la ley de gravitación hasta que la publicó transcurrieron casi veinte años. ¿Por qué dicho retraso?

Se piensa que aquello se debió a que no había resuelto el problema de que la Tierra no fuera una masa puntual (un cuerpo cuya masa se concentra en un solo punto). En efecto, para estudiar el movimiento de caída de una piedra, es necesario evaluar la atracción total de una esfera homogénea sobre una partícula situada fuera de ella. Cada parte de la esfera atraerá la partícula con una fuerza distinta, de acuerdo a la distancia a la que se halle. Finalmente, tras laboriosos cálculos, Newton resolvió el problema: la atracción de la esfera actúa como si toda su masa estuviera concentrada en el centro.

Si  $M$  es la masa de la Tierra y  $R$  es su radio, la fuerza ejercida sobre un cuerpo de masa  $m$  situado a una altura  $h$  sobre su superficie responde a la ley de gravitación, es decir:

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2} = G \cdot \frac{M \cdot m}{(R + h)^2}$$

La importancia de la ley de gravitación comenzó a valorarse inmediatamente; el propio Newton pudo ir dando explicaciones a diversos fenómenos como:

- Las perturbaciones de la Tierra y de Júpiter a causa de su rotación.
- El origen de las mareas.
- Las trayectorias de los planetas.
- El cambio en el eje de rotación de la Tierra.



La imagen no se encuentra a escala.



## Conducir rigurosamente una investigación científica: Determinando la aceleración de gravedad

**Objetivo:** Determinar experimentalmente un valor para la aceleración de gravedad.

**Habilidad:** Procesar datos, concluir y evaluar.

**Actitud:** Mostrar interés por el conocimiento.

### Situación problema

Todos los cuerpos cercanos a la superficie terrestre caen hacia ella con una aceleración que se puede asumir como constante. Sin embargo, dependiendo del lugar geográfico donde estemos situados, la aceleración de gravedad puede experimentar pequeñas variaciones. Por ejemplo, para una misma latitud, la aceleración de gravedad es mayor a nivel del mar que en lo alto de una montaña. Ello, porque en el

primer caso se está más cerca del centro de la Tierra. La aceleración de gravedad depende principalmente de la masa de nuestro planeta, y para determinar su valor se han utilizados diversos métodos. En el siguiente taller, emplearemos un método experimental que nos permitirá obtener un valor aproximado de dicha magnitud. Reúnanse en grupos de cuatro integrantes y realicen el siguiente procedimiento.

### Procedimiento experimental

¿De qué manera se puede determinar el valor de la aceleración de gravedad? Para dar respuesta a esta pregunta de investigación, es posible que piensen en diferentes métodos que permiten obtener la magnitud de la aceleración de gravedad. Sin embargo, les proponemos obtener su valor a partir de la oscilación de un péndulo simple.

1. Reúnan los siguientes materiales:
  - un soporte, hilo, cinta métrica, un objeto que puedan suspender de él (como una esfera de acero o un candado pequeño);
  - un cronómetro (puede ser el que traen incorporado los teléfonos celulares).
2. Utilizando los materiales, armen un péndulo de al menos 80 cm de largo (registren su longitud). Luego, hagan oscilar el péndulo (en amplitudes menores a  $30^\circ$ ), determinando el tiempo en que tarda la masa en realizar seis oscilaciones completas. Recuerden que, en una oscilación, la masa debe ir y volver al mismo punto. Repitan este procedimiento cinco veces.



**Organización de los datos**

Con los resultados obtenidos, completen la siguiente tabla:

	Tiempo empleado en realizar seis oscilaciones ( $t$ )	Período de cada oscilación $T = t/6$
1		
2		
3		
4		
5		

Longitud del péndulo ( $L$ ): \_\_\_\_\_  $T_{\text{promedio}} =$  \_\_\_\_\_

La expresión que utilizaremos para calcular la aceleración de gravedad corresponde a aquella que permite determinar el período de oscilación de un péndulo ( $T$ ) en función de su longitud ( $L$ ).

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

Al despejar la aceleración de gravedad  $g$  obtenemos:

$$g = \frac{4\pi^2 \cdot L}{T^2}$$

**Análisis e interpretación de evidencias**

- ¿Por qué creen que fue necesario calcular el período a partir de seis oscilaciones y repetir el procedimiento cinco veces? ¿No hubiese bastado con medir el tiempo de una sola oscilación?
- ¿Hubo diferencia entre el valor que conocen de la aceleración de gravedad y el que determinaron? De ser así, ¿a qué lo atribuyen?
- ¿Habrían obtenido el mismo resultado si hubiesen realizado el experimento a 4000 m de altitud? Expliquen.

**Evaluación de la investigación**

- ¿Qué fuentes de error pudieron haber afectado sus resultados?
- ¿Fueron similares sus resultados a los del resto de las y los estudiantes de su curso? Expliquen.

**Comunicación de los resultados**

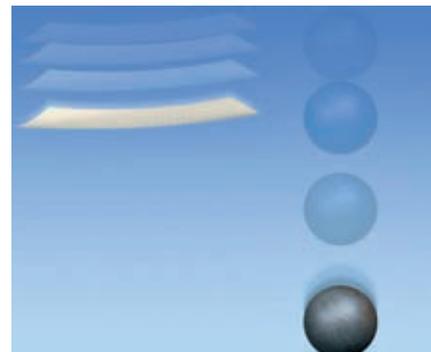
Para comunicar los resultados de este taller de habilidades científicas, elaboren un póster en el que se mencionen los objetivos, métodos y análisis asociados a su investigación.

**TEMA 3****Los efectos de la fuerza de atracción gravitacional**

La fuerza de atracción gravitacional es una de las fuerzas fundamentales de la naturaleza: está presente en nuestra vida cotidiana y ha modelado la estructura de nuestro universo. A continuación, analizaremos algunos de sus efectos.

**La caída de los cuerpos**

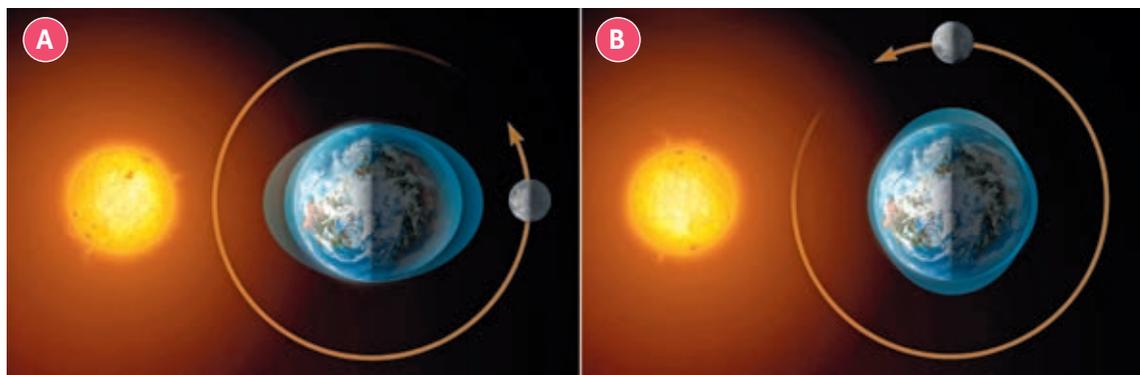
Uno de los efectos más notorios de la fuerza de atracción gravitacional es la caída de los objetos. Aristóteles pensaba que los cuerpos más pesados caían con mayor rapidez que los que eran más ligeros. Esta creencia estuvo arraigada por más de dos mil años. Fue Galileo quien demostró que todos los cuerpos, independiente de su masa, caen con la misma aceleración en ausencia de roce. A partir de la ley de gravitación universal, se pudo determinar cuál era la aceleración con la que caían los cuerpos cercanos a la superficie terrestre, cuyo valor es aproximadamente  $9,8 \text{ m/s}^2$ .



Al dejar caer una hoja de papel y una bola de acero desde la misma altura, se puede observar que la bola llega antes. Esto no ocurre porque la bola sea más pesada, sino porque la resistencia del aire afecta más a la hoja que a la bola.

**Las mareas**

Las mareas, que corresponden a cambios periódicos en el nivel de los océanos, se producen por la fuerza de atracción gravitacional que ejercen el Sol y la Luna sobre la Tierra. Fue Isaac Newton, a través de su ley de gravitación universal, quien pudo explicar finalmente este fenómeno. Cuando el Sol y la Luna se encuentran alineados, se produce una mayor atracción gravitacional sobre las masas de agua. A las mareas que se generan a partir de esta situación se las denomina mareas vivas.



En cambio, cuando la Luna se encuentra en las posiciones que muestran las imágenes B y D, la fuerza gravitacional ejercida por el Sol y la Luna sobre las aguas de los océanos tiende a contrarrestarse. En estas situaciones, se producen las denominadas mareas muertas.



## Efectos sobre las estructuras cósmicas

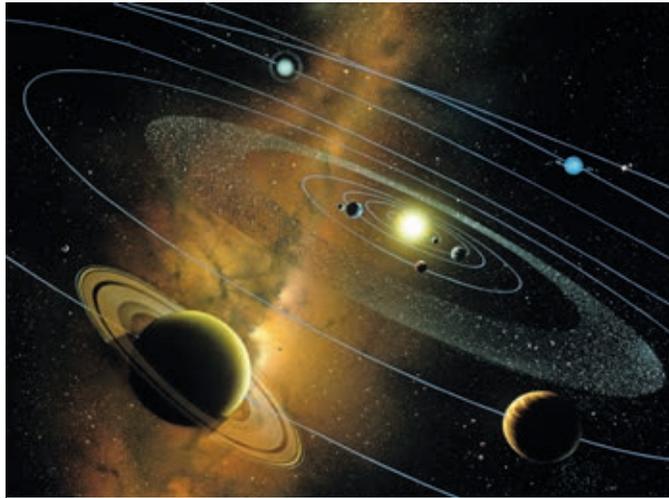
La fuerza de atracción gravitacional, que ocasiona que los objetos caigan a la superficie terrestre, también actúa sobre las grandes estructuras del cosmos. Es más, el universo a gran escala, que incluye planetas, estrellas, nebulosas, galaxias y estructuras mayores, se modela a partir de la interacción gravitatoria. A continuación, veremos que esta fuerza se hace presente en algunas de las estructuras cósmicas.

¿Cuáles son las ventajas y desventajas de los campos gravitacionales en la navegación espacial?

---



---



El movimiento de los planetas y otros cuerpos en torno al Sol se debe a la fuerza de atracción gravitacional. De manera similar, los planetas ejercen fuerza sobre los satélites que los orbitan.



La fuerza de atracción gravitacional permite que las estrellas formen agrupaciones. Estas pueden ser de unas cuantas decenas, de miles o de millones de ellas. En la imagen, se muestra el cúmulo globular M13.



Una galaxia es una estructura conformada por cientos de millones de estrellas, planetas, nebulosas, entre otros cuerpos. Todos ellos se encuentran unidos gracias a la fuerza de atracción gravitacional. Se sabe que en el centro de las galaxias existen agujeros negros (objetos de mucha masa) que ejercen una enorme fuerza de atracción gravitacional.



En el universo a gran escala, la atracción gravitacional hace que las galaxias se atraigan unas con otras, formando estructuras conocidas como cúmulos y supercúmulos. Se estima que en el universo existen al menos cien mil millones de galaxias.

## Desarrollo de la misión

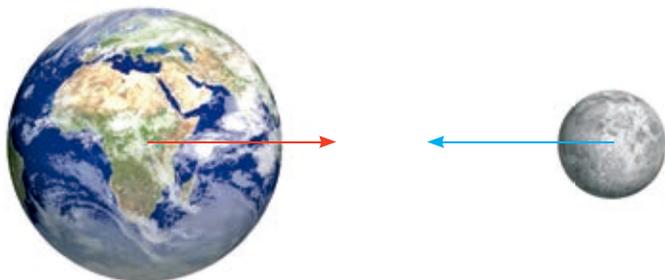
Ahora que conoces las características de las leyes que rigen el universo y sus efectos, reúnete con tu grupo de trabajo y lleven a cabo su misión, de acuerdo a la estrategia que más les acomode. Recuerden que, en este caso, deben explicar una de las consecuencias de las leyes del universo.

## Desarrollo de estrategias

Aplicando la ley de gravitación universal.

### Situación problema

Susana desea determinar la magnitud de la fuerza con que la Tierra y la Luna se atraen. Para ello, averiguó que la masa de la Tierra es  $5,97 \cdot 10^{24}$  kg, que la masa de la Luna es  $7,35 \cdot 10^{22}$  kg y que la distancia media entre los centros de los dos cuerpos celestes es aproximadamente 384 400 km.

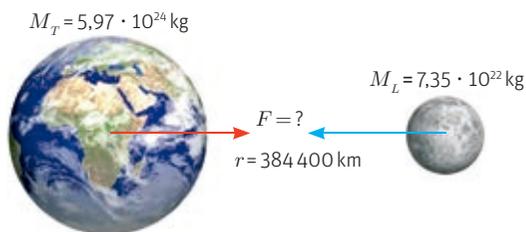


#### PASO 1 Identifico las incógnitas

En el problema propuesto debemos aplicar la ley de gravitación universal de Newton. Dado que la órbita que efectúa la Luna alrededor de la Tierra es casi circunferencial, podemos utilizar la distancia media entre ambos.

#### PASO 2 Registro los datos

Los datos de los que disponemos los registramos en la siguiente figura:



#### PASO 3 Utilizo los modelos

La ley de gravitación universal se representa mediante el siguiente modelo matemático:

$$F = G \cdot \frac{M_T \cdot M_L}{r^2}$$

Antes de remplazar los valores en dicha expresión, debemos recordar que la constante de gravitación universal es:

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$$

Además, la distancia entre la Tierra y la Luna debe ser expresada en metros, ya que es la unidad para la distancia en el Sistema Internacional. Por lo tanto,  $r = 384\,400 \text{ km} = 3,844 \cdot 10^8 \text{ m}$ . Remplazando los valores en la expresión anterior, obtenemos:

$$F = \left( 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \right) \cdot \frac{5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}}{(3,844 \cdot 10^8 \text{ m})^2}$$

$$F = \left( 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \right) \cdot \frac{4,39 \cdot 10^{47} \text{ kg}^2}{1,48 \cdot 10^{17} \text{ m}^2}$$

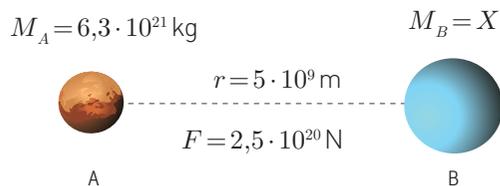
$$F = 1,98 \cdot 10^{20} \text{ N}$$

#### PASO 4 Escribo la respuesta

La magnitud de la fuerza gravitacional con que la Tierra y la Luna se atraen es aproximadamente  $1,98 \cdot 10^{20} \text{ N}$ .

#### PASO 5 Aplico lo aprendido

- ¿Cuál es la fuerza de atracción gravitacional que el Sol ejerce sobre la Tierra si la distancia que los separa es aproximadamente  $1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$  y la masa del Sol es  $1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ ? (Considera el valor de la masa de la Tierra utilizado en el taller desarrollado en estas páginas).
- En el siguiente esquema, se representan dos cuerpos celestes, A y B, que experimentan una fuerza de atracción mutua.



Considerando los datos señalados en el esquema, ¿cuál es la masa del cuerpo B?

- ¿A qué distancia se encuentran dos planetas de igual masa ( $1,99 \cdot 10^{23} \text{ kg}$ ), si la magnitud de la fuerza de atracción gravitacional experimentada por ellos es de  $2 \cdot 10^{15} \text{ N}$ ?
- Utilizando la ley de gravitación universal, determina la aceleración de gravedad sobre un cuerpo de  $1 \text{ kg}$  de masa que se encuentra en las cercanías de la superficie terrestre. Para ello, considera que el radio medio de la Tierra es  $6\,378 \text{ km}$ .

**CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD**



**Mujeres de ciencia en Chile**

Chile concentra una parte importante de la actividad astronómica a nivel mundial. Por esta razón, en nuestro país se emplazan los telescopios ópticos y radiotelescopios más grandes del planeta. Entre ellos se destacan el observatorio del cerro Tololo, La Silla, Las Campanas, el VLT y el proyecto ALMA. Producto de la intensa actividad astronómica, muchos astrónomos y astrofísicos chilenos participan de forma activa en el estudio de las estructuras cósmicas. Un ejemplo de ello es la astrónoma María Teresa Ruiz, quien fue la primera mujer en obtener el Premio Nacional de Ciencias Exactas, en 1997. Ella descubrió la primera estrella enana café, a la que nombro Kelu, que significa rojo en mapudungún. Una estrella enana café posee una masa que no le permite mantener reacciones de fusión nuclear de forma estable.



María Teresa Ruiz, Premio Nacional de Ciencias Exactas 1997.

Fuente: <http://www.uchile.cl/portal/presentacion/historia/grandes-figuras/premios-nacionales-ciencias-/6548/maria-teresa-ruiz-gonzalez>

¿Qué otras científicas o científicos chilenos conoces?

---

¿Consideras que el Chile se releva el aporte de la mujer en ciencia?, ¿por qué?

---



**Cierre de la misión**

Al inicio de la lección, te propusimos la misión de escoger una estrategia para comunicar y explicar una consecuencia de las leyes del universo. ¿Por qué escogieron la estrategia que desarrollaron?

¿De qué manera consideras que se puede mejorar la estrategia para implementarla en cualquier asignatura? Explica.

¿Esta misión se incluirá en el proyecto del texto?   
Fundamenta en la página 13.

---



---



---

**Reflexiono sobre lo que aprendí**

Lee y comenta las siguientes preguntas con tus compañeros para saber si alcanzaste el propósito de la lección.

Contenido	Habilidades/Estrategias	Actitudes
¿Piensas que los conceptos estudiados en esta lección son útiles para comprender el mundo que te rodea?, ¿qué conceptos te gustaría seguir profundizando?	¿Qué estrategias empleaste para utilizar correctamente los modelos matemáticos de la lección?	¿De qué manera las evidencias permiten comprender mejor el entorno? ¿Qué importancia tiene el conocimiento en el estudio del universo?

Aplica

**1** Unos astrónomos detectan un sistema planetario que orbita una estrella situada a 20 años-luz de la Tierra. Mediante observaciones indirectas, descubren un planeta al que denominan H1, y que tiene un período orbital (TH1) de 2 años terrestres. Luego, detectan un segundo planeta (H2), que tiene un radio orbital cinco veces mayor que el de H1. A partir de esta información:

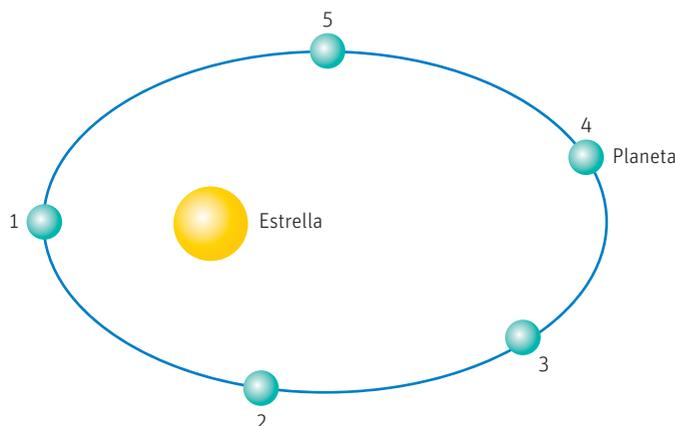
a. Elabora un esquema que represente el sistema planetario.

b. Si las órbitas de ambos planetas son prácticamente circunferenciales, ¿cuál es el período orbital del planeta H2?

c. En el sistema planetario, ¿se cumplen las leyes de Kepler? Fundamenta.

Analiza

**2** Un planeta orbita una estrella describiendo una trayectoria elíptica, tal como se muestra en el siguiente esquema:



a. ¿En qué punto de la órbita, 1, 2, 3, 4 o 5, la velocidad del planeta será mayor?

b. ¿Qué ley te permitió responder la pregunta anterior?

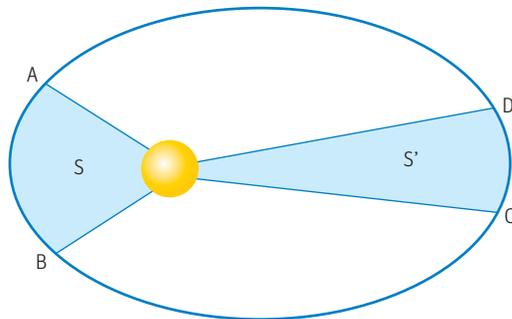
Explica

**3** ¿Qué hechos pudo explicar Newton a partir de su ley de gravitación universal? Escoge uno de los efectos terrestres y otro sobre las estructuras cósmicas para explicar.

Efectos terrestres	Estructuras cósmicas

**Evalúa**

- 4 Cuando Claudio le explica a un amigo la segunda ley de Kepler, utiliza el siguiente esquema que representa la órbita de un planeta en torno al Sol.



Claudio le dice que si los arcos AB y CD son recorridos en tiempos iguales, entonces  $S = 2S'$ . ¿Es correcta su afirmación? De no ser así, ¿cuál es la relación entre S y S'?

**Aplica**

- 5 Un satélite (1) de 400 kg orbita una estrella a una distancia de 1 UA, describiendo una trayectoria aproximadamente circunferencial. Otro satélite (2), con el doble de masa, también orbita la misma estrella, pero a una distancia de 4 UA. ¿Cuál es la relación entre las intensidades de la fuerza gravitacional que el planeta ejerce sobre ambos satélites?

**Sintetiza**

- 6 Confecciona una tabla resumen que organice los aprendizajes de esta lección. Considera los aportes de Kepler y Newton a la astronomía y los fenómenos que pudieron ser explicados gracias a sus leyes.

**¿Cómo voy?**

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Si es necesario, pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítem	Habilidad	Nivel de desempeño
Analicé y evalué diferentes situaciones en las que se aplican las leyes de Kepler.	1, 2, 4 y 6	Aplicar, analizar y evaluar.	<input type="checkbox"/> L: cuatro ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: tres o dos ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: uno o ningún ítem correcto.
Reconocí las consecuencias de la ley de la gravitación universal y apliqué su modelo matemático.	3 y 5	Explicar y aplicar.	<input type="checkbox"/> L: dos ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: un ítem correcto. <input type="checkbox"/> PL: ningún ítem correcto.

L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr.

**Reflexiono sobre mi desempeño**

Según tu apreciación (1: en desacuerdo; 2: ni de acuerdo ni en desacuerdo; 3: de acuerdo), marca con ✓ las siguientes afirmaciones:

	1	2	3
He utilizado correctamente las leyes de Kepler y de gravitación universal.			
He empleado diversas estrategias para aplicar los modelos matemáticos.			
He valorado la importancia de comprender el entorno natural.			

## ¿Cuál es el destino del universo?

En la actualidad, existen evidencias 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, debemos considerar las diferentes posibilidades que existen. Para ello, es necesario considerar el balance existente entre la cantidad de masa y la fuerza de atracción gravitacional.

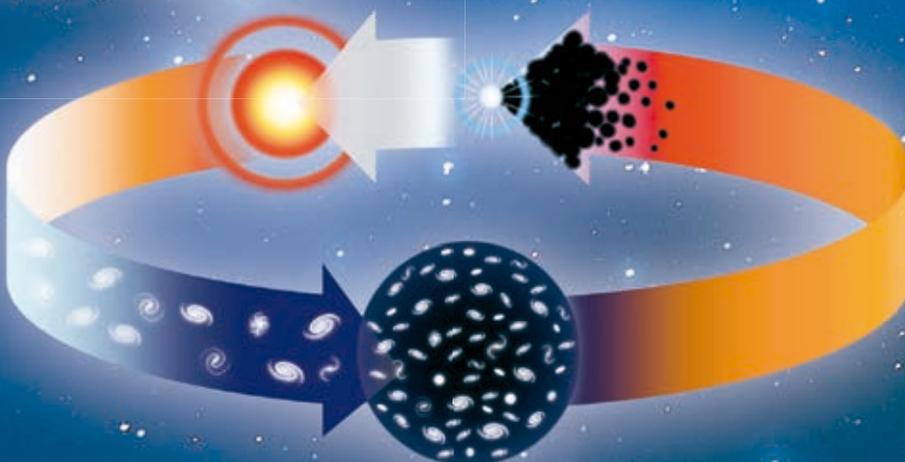
A continuación, te invitamos a descubrir los posibles desenlaces del universo a partir de conocimiento que se tiene actualmente.

### El 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 expandiría. Con el transcurso del tiempo, dicha expansión alcanzaría su tamaño máximo. Luego, desde ese punto, el universo comenzaría a contraerse hasta que la materia y la energía colapsen. A este posible evento se le conoce como *big crunch*.

### El 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.



### El *big chill*

Esta teoría plantea que, en el caso de que el universo sea plano (hiperbólico o abierto), es posible que este 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 chill* (gran frío).

### El *big rip*

Esta teoría plantea la posibilidad de que el universo se expanda tan violentamente que todas las estructuras presentes en él (desde las galaxias hasta los átomos) se desintegren. 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.

### Trabaja con la información

- 1 ¿De qué factores depende la visión que tenemos del universo?
- 2 ¿Consideras que puede haber más teorías sobre el destino del universo? Fundamenta.
- 3 ¿Qué se necesita para formular una teoría sobre fin del universo? Argumenta.

## Utilizando una ESPINA DE PESCADO para ordenar los aprendizajes

La espina de pescado se utiliza para organizar las principales ideas, conceptos y situaciones relacionados con los conocimientos. La principal finalidad de este organizador es representar una idea central o situación problema y las categorías que la explican o dan origen. En él puedes usar frases, conceptos, habilidades, actitudes, entre otros.

A continuación, te invitamos a conocer los pasos para construir una espina de pescado para sintetizar los aprendizajes de esta unidad, y que te servirá como una entretenida estrategia de estudio.

1

### Definir el tema principal

PASO

El tema principal que se trabaja en esta unidad es la cosmovisión del universo.

2

### Identificar los subtemas

PASO

Pueden ser conceptos, definiciones, características, expresiones matemáticas o lo que te parezca apropiado según el contexto. En este caso, para los modelos del sistema planetario del universo, tenemos los siguientes conceptos:

<b>Sistemas Planetarios</b>	<b>Modelo heliocéntrico:</b> modelo de Copérnico y contribuciones de Galileo Galilei.
	<b>Modelo Geocéntrico:</b> modelo de Ptolomeo y aportes de Tycho Brahe.

Identifica los subtemas de cada tema trabajado en el texto:

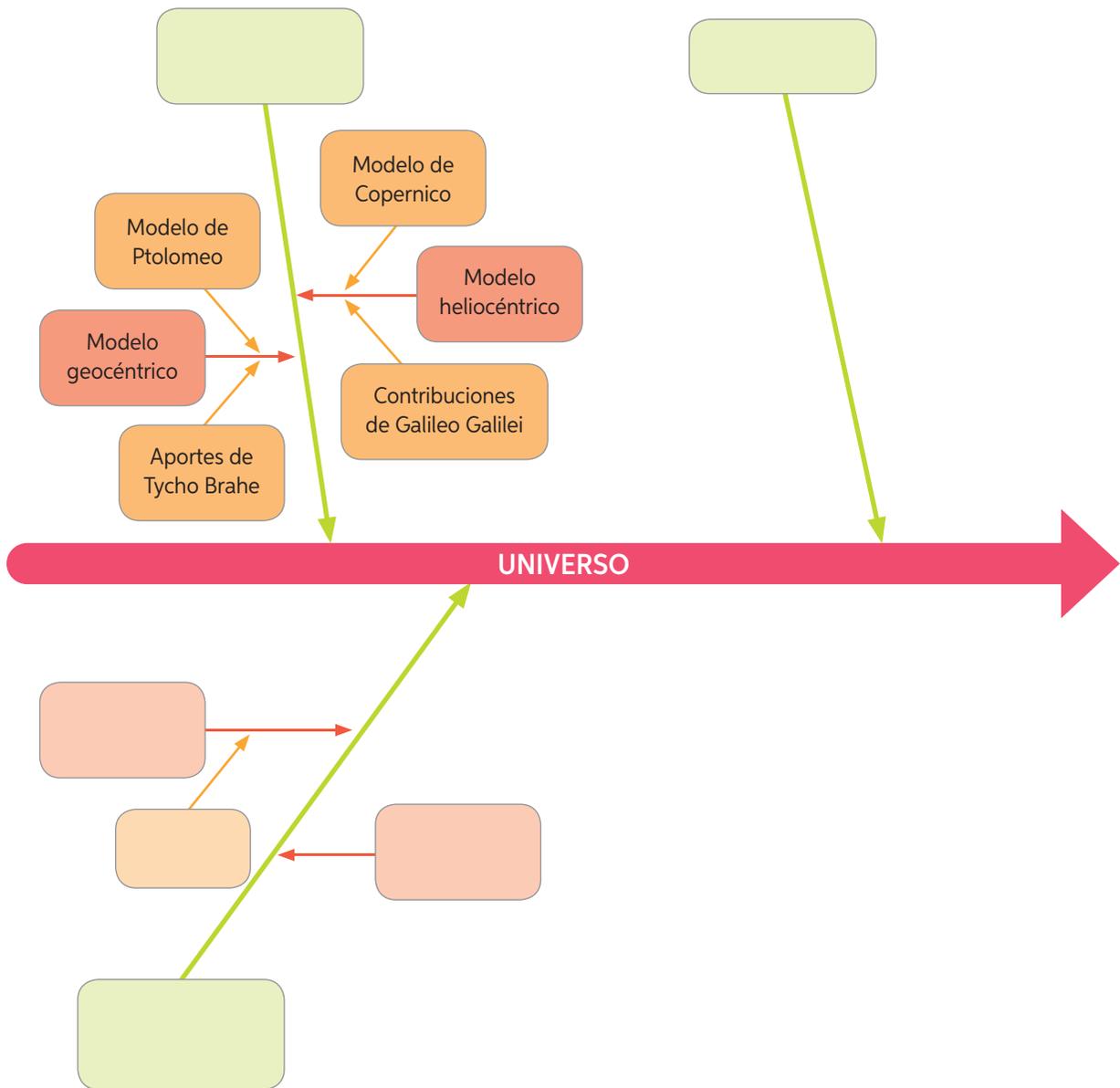
	Origen del universo	Leyes de Kepler	Ley de gravitación universal
Contenidos			
Habilidades			
Actitudes			

## PASO 3

## Construye el árbol gráfico

Completa la espina de pescado representando los aprendizajes adquiridos en la unidad. Puedes incorporar más espinas si lo consideras necesario y ten presente que:

- ✓ El tema principal se ubica en el centro de la espina.
- ✓ En las espinas principales deben ir los temas y de ahí se derivan los subtemas.



## PASO 4

## Reflexiona

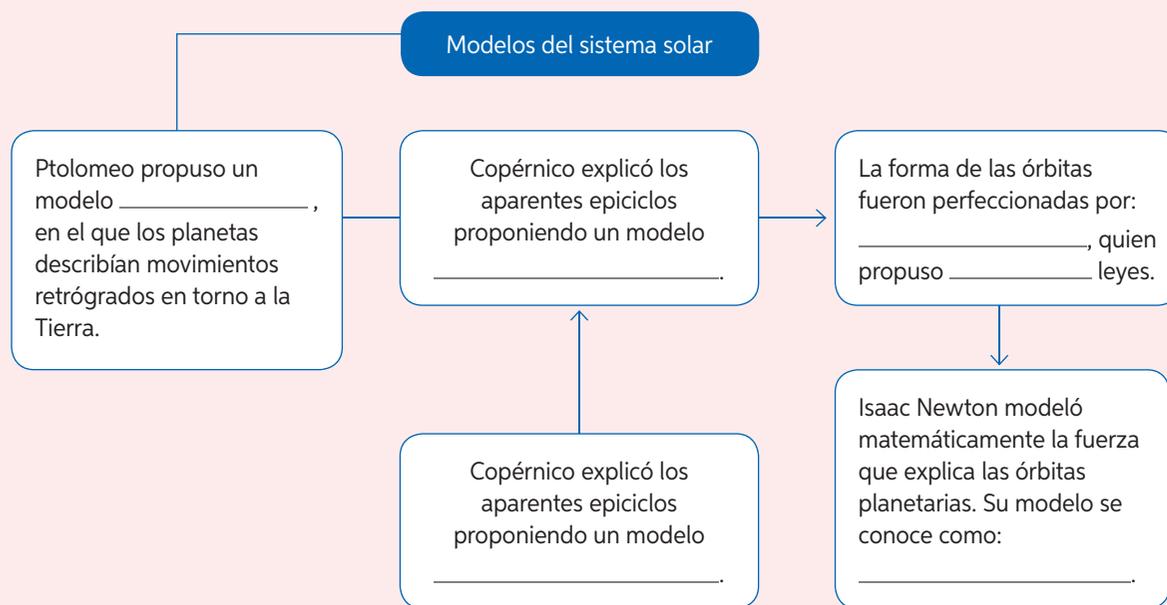
- ✓ ¿Por qué es importante mantener un orden para elaborar una espina de pescado?
- ✓ ¿En qué situaciones te sería útil emplear este organizador gráfico?

# Evaluación final

Para que conozcas cómo va tu proceso de aprendizaje, te invitamos a realizar las siguientes actividades.

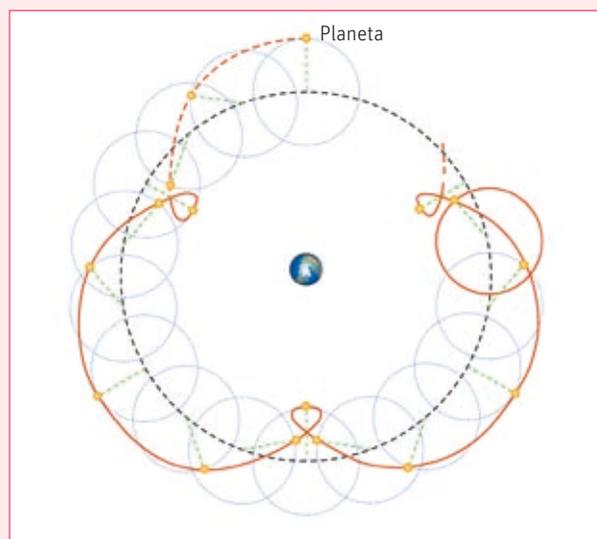
## Relaciona

**1** Completa el siguiente mapa conceptual a partir de los aprendizajes adquiridos en la unidad.

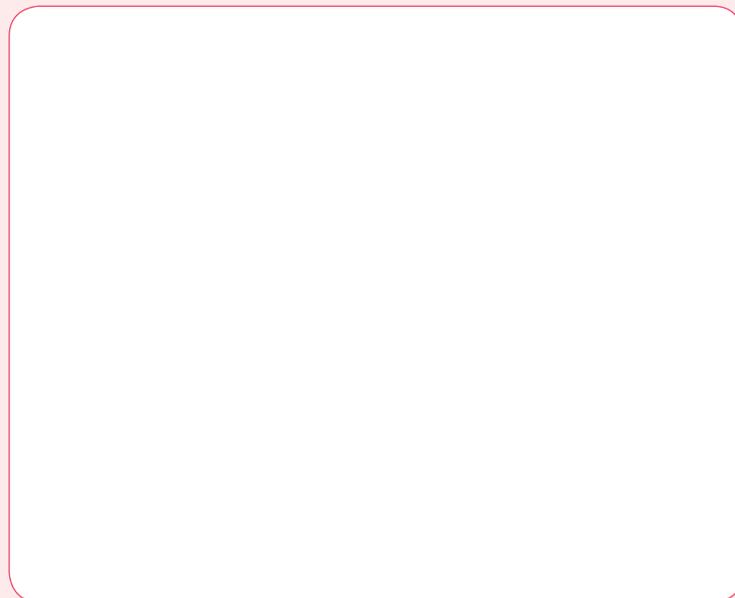


## Analiza

**2** El siguiente esquema representa el movimiento retrógrado de los planetas propuesto por Ptolomeo mediante el concepto de epiciclo.

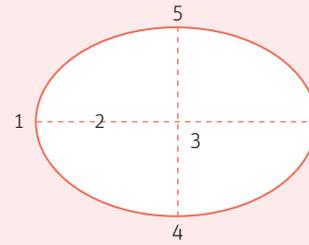


Dibuja cómo se observaría un epiciclo de un planeta visto desde la Tierra. Para ello, emplea una secuencia, señalando las posiciones inicial y final del planeta.



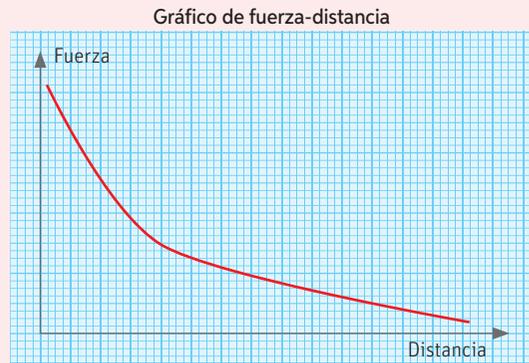
**3** En una investigación, Macarena descubre que la trayectoria que describe un cometa en torno al Sol puede ser representada mediante el esquema de la derecha.

- a. Si la rapidez máxima del cometa ocurre cuando pasa por el punto 1, ¿en qué punto del esquema, 2, 3, 4 o 5, debería estar situado el Sol? Justifica tu respuesta.
- b. ¿Qué ley, modelo o teoría permite responder la pregunta anterior?



**Evalúa**

**4** Diego analiza el siguiente gráfico, que muestra cómo varía la fuerza de atracción gravitacional en función de la distancia que separa una estrella de un determinado planeta.



Respecto del gráfico, Diego afirma lo siguiente:

- La magnitud de la fuerza disminuye a medida que aumenta la distancia.
- Existe una relación lineal entre la magnitud de la fuerza y la distancia.
- La intensidad de la fuerza es directamente proporcional a la distancia.

¿Son correctas las afirmaciones realizadas por Diego? De no ser así, explica cuáles son incorrectas y por qué.

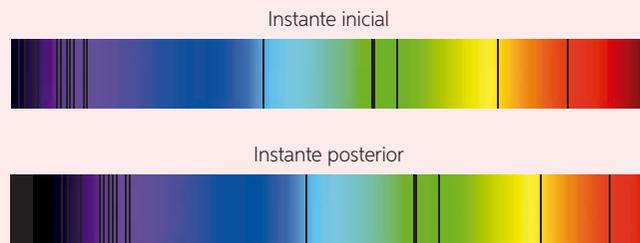
Correcta(s)	Incorrecta(s)

**Analiza**

**5** El colapso gravitatorio es el desmoronamiento hacia adentro de un cuerpo estelar debido al efecto de su propia gravedad hasta formar un agujero negro. Debido a que la gravedad es comparativamente más débil que las otras fuerzas fundamentales el colapso gravitatorio sólo es posible con grandes masas. A partir de esta información, ¿qué sistemas o estructuras cósmicas pueden sufrir un colapso gravitatorio?

## Evalúa

- 6** En un texto de astronomía, Ignacio observa las líneas espectrales de una galaxia en dos instantes de tiempo diferentes:



A partir de las imágenes, Ignacio afirma que las líneas espectrales de la galaxia tienen un corrimiento al rojo que demuestra que dicha galaxia se acerca al observador.

¿Qué afirmaciones es(son) correcta y cual(es) incorrectas? Justifica.

Correcta(s)	Incorrecta(s)

## Sintetiza

- 7** Enumera las tres leyes de Kepler y, en caso de que sea necesario, realiza una representación gráfica del postulado.

1° ley de Kepler	2° ley de Kepler	3° ley de Kepler
Representación gráfica		

## Aplica

- 8** El *Big Bang* es la teoría más aceptada sobre el origen del universo. Al respecto se han encontrado diversas evidencias que la validan. En el siguiente recuadro explica de qué manera cada uno de los hallazgos representa una evidencia del origen del universo.

Expansión del Universo	Radiación del fondo cósmico

## Relaciona lo aprendido con Artes Musicales

Gustavo Cerati (1959-2014) fue un músico, cantautor, compositor y productor argentino, considerado uno de los más influyentes y reconocidos músicos del rock latinoamericano. Escribió exitosas canciones como "El séptimo día". Lee la letra a continuación y luego, responde las preguntas asociadas.

*Odio este domingo híbrido de siempre,  
me da igual, me da igual.  
Es un beso en la pantalla del autocine  
sin gozar, sin gozar.  
El ojo de la aguja  
la punta de mi lengua  
es igual, es igual.  
En el comienzo fue un big-bang y fue caliente  
revolver, revolver...  
Sobre los títulos vi caer tu nombre  
y reaccioné, reaccioné.  
Solo dios sabe que es el séptimo día  
el abismo y la luna en el séptimo día  
no descansaré...*

*En este tiempo anfibio temo perderte  
por volar, por volar.  
El reino de los cielos  
la llave del averno  
es igual, es igual.  
En el séptimo día  
el abismo y la luna  
en el séptimo día.  
Solo dios sabe que es el séptimo día  
el abismo y la luna en el séptimo día  
no descansaré...*

- ¿A qué crees que hace mención Cerati con el séptimo día?
- ¿Qué sabes sobre el origen del universo respecto de lo que plantea alguna religión (o las religiones)?
- ¿Qué importancia consideras que tienen las evidencias científicas en la formulación de teorías como las del origen del universo? Fundamenta.

### ¿Cómo me fue?

Revisa tus respuestas y, según los resultados que hayas obtenido, marca con ✓ el nivel de desempeño correspondiente. Pídele ayuda a tu profesor o profesora.

Indicador	Ítem	Habilidad	Nivel de desempeño
Empleé los modelos planetarios, y la teoría del <i>Big Bang</i> para demostrar que el conocimiento sobre el universo cambia.	1, 2, 5, 6 y 8	Relaciona, analiza, evalúa y aplica.	<input type="checkbox"/> L: Cuatro o cinco ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: Tres ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: Menos de tres ítems correctos.
Explicué diversas situaciones a partir de las leyes de Kepler y la Ley de gravitación universal de Newton.	3, 4 y 7	Analiza, evalúa y sintetiza.	<input type="checkbox"/> L: Tres ítems correctos. <input type="checkbox"/> ML: Dos ítems correctos. <input type="checkbox"/> PL: Uno o ningún ítem correcto.

L = Logrado; ML = Medianamente logrado; PL = Por lograr.

### Reflexiono sobre lo que aprendí

¿Recuerdas las metas y estrategias planteadas al inicio de la unidad? Si no las recuerdas, vuelve a revisar las páginas 178 y 179. Luego, reflexiona en torno a las siguientes preguntas.

¿Por qué es importante conocer el origen y evolución del universo?	¿Cómo desarrollaste la estrategia planteada al inicio de la unidad para el logro de tus metas?	¿De qué manera lograste valorar el conocimiento científico?

### ¿CÓMO HACER UN PROYECTO?

#### INICIO: planificamos nuestro proyecto

Los invitamos a que se reúnan en grupos de cuatro o cinco integrantes, cada uno de los cuales deberá trabajar para desarrollar su proyecto. También podrán llevar a cabo las misiones que encuentran propuestos al interior del texto.

El proyecto debe ser implementado en su colegio y debe integrar a distintas personas de su comunidad escolar, tener aplicaciones de uso tecnológico o contribuir a que sus compañeros y compañeras de curso o estudiantes de otros niveles comprendan la gran idea de la ciencia. Para concretarlo, integrarán conocimientos de diversas disciplinas y podrán recurrir a los docentes de otras asignaturas en caso de que sea necesario.

Ahora que ya conocen a su grupo, entablen una conversación que les permita planificar su proyecto. Lo primero y más importante de esta etapa es que logren concebir la idea que deben desarrollar. A ello pueden destinarle todo el tiempo que sea necesario, hasta que se sientan conformes con su propuesta.

Recuerden que pueden recurrir a sus ideas previas, tomar referencias de otros proyectos que conozcan, revisar alguna noticia del ámbito de las ciencias, realizar observaciones directas, investigar sobre un contenido mencionado en el texto, seleccionar un tema sugerido por su profesor o profesora, o definirlo a partir de las ideas que surjan de los integrantes del grupo.

¿Cuál es el objetivo de nuestro proyecto?

¿Qué debemos tener presente?

¿De qué manera llevaremos a cabo nuestro proyecto?

¿Qué queremos hacer?

Escriban una lista con algunas ideas.

¿Qué necesitamos para llevar a cabo nuestro proyecto?

¿Qué nombre le pondremos al proyecto?

¿Quién nos puede ayudar con lo que no sabemos?

¿De qué manera nuestro proyecto se destacará de los demás?

🕒 ¿Qué tenemos que hacer para organizarnos? Completen la siguiente tabla para planificar esta primera etapa de búsqueda de información.

Integrante	Rol asignado para esta etapa	Tareas	Plazos asignados

🕒 Ahora que ya tienen claro lo que van a hacer y han distribuido las tareas, pueden poner fin a esta primera etapa y evaluar algunos puntos de su participación. Para ello, completen individualmente la siguiente tabla.

Evalúo mis acciones en esta etapa del proyecto	Sí	No	¿Cómo podría mejorar?
¿Asumí tareas voluntariamente para colaborar con el grupo?			
¿Propuse ideas novedosas al imaginar nuestro proyecto?			
¿Participé activamente en la reflexión teniendo en cuenta mis puntos de vista y respetando los de los demás?			
¿Hice sugerencias creativas para facilitar la organización del proyecto?			
¿Aporté con mi sello personal al momento de decidir nuestra idea de proyecto?			
¿Me siento parte del proyecto?			

**DESARROLLO:** ejecutamos nuestro proyecto

En esta etapa deberán centrarse en realizar aquellas acciones necesarias para llevar a cabo el proyecto. En la planificación, completaron en grupo una tabla con tareas que cada uno debía completar. Reúnanse y hagan un chequeo. Si quedan temas pendientes, revisen qué falta, qué deben hacer para cumplirlos y, si es necesario, reasignen nuevas tareas.

Es importante que como equipo lleven una bitácora donde dejen registro de todas las decisiones, preocupaciones, preguntas, problemas, cambios, ideas, observaciones, dibujos, mediciones, resultados y acuerdos que se originen en el grupo. No descarten nada de inmediato, ninguna idea o plan, aunque lo desestimen a medida que avance la ejecución del proyecto. Pueden elegir a un secretario. Otro integrante del grupo deberá encargarse de tomar fotografías y/o grabar las experiencias.

En esta etapa es cuando deben definir los pasos que se seguirán para ejecutar todos aquellos procedimientos, diseños, creaciones y acciones que sean necesarios para dar cuenta de lo que tienen proyectado y los materiales que van a necesitar para ello.

Es posible que no logren desarrollar todas sus tareas en una sesión. Si es así, pónganse de acuerdo para decidir cómo van a distribuir las responsabilidades y fijen una nueva fecha para continuar con su desarrollo. Es importante cumplir con las fechas acordadas.

Antes de comenzar, les sugerimos intentar responder algunas preguntas.

¿Qué tenemos pendiente antes de continuar

¿Qué información es crucial que conozcamos para llevar a cabo este proyecto y no hemos tomado en cuenta aún?

¿Cómo podemos concretar lo que tenemos pensado hacer?

¿Qué misiones tenemos para realizar nuestro proyecto? De estas, ¿cuál elegiremos?

¿Hay algo que no estamos considerando que pueda ser importante antes de continuar?

¿Qué dificultades podríamos enfrentar?

¿Cuál es nuestro objetivo al seguir estos pasos?

¿Cuánto tiempo estimamos que nos puede tomar cada paso?

¿Dónde vamos a realizar cada una de las tareas?

¿Podemos hacer todo lo presupuestado solos o requerimos apoyo? Si es así, ¿de quién(es)?

● ¿Qué tenemos que hacer para llevar a cabo el proyecto? Completen la siguiente tabla para definir quién hará qué en esta segunda etapa de ejecución.

Integrante	Rol asignado para esta etapa	Pasos en los que participa y funciones que debe realizar	Materiales

● Según los plazos que se hayan fijado, que deben tener directa relación con la naturaleza del proyecto, podrán definir cuándo llevar a la práctica los pasos acordados y hacerlos, sin olvidar que aún queda una etapa por cerrar. Tras haber ejecutado el proyecto, les sugerimos evaluar algunos puntos de su participación hasta el momento. Para ello, completen individualmente la siguiente tabla.

Evalúo mis acciones en esta etapa del proyecto	Sí	No	¿Cómo podría mejorar?
¿Me logré comunicar con mi equipo para dar a conocer mis sugerencias y solicitar ayuda cuando lo necesité?			
¿Traté de manera respetuosa a mis compañeros y compañeras de grupo?			
¿Colaboré en todas las tareas que se me asignaron y propuse otras?			
¿Tomé la iniciativa para proponer soluciones y concretar acciones?			
¿Contribuí con mi actitud a generar un ambiente de trabajo grato?			
¿Me sentí motivado y logré contagiar a los demás integrantes del equipo?			

**CIERRE:** comunicamos nuestro proyecto

Ha llegado el momento de dar a conocer el proyecto y compartirlo de manera generosa con las personas de su entorno más directo para comunicarles todo lo que han logrado realizar como equipo.

Nuevamente, distribuyan en esta etapa las tareas necesarias para preparar su exposición y los materiales de apoyo que van a requerir según el formato de la presentación.

No olviden incluir en su presentación preguntas como:

- ¿Por qué realizamos este proyecto?
- ¿Cómo lo hicimos?
- ¿Qué encontramos?
- ¿Qué nuevas interrogantes surgieron?
- ¿Cómo podría continuarse este proyecto?

Si es necesario, en la exposición pueden ayudarse con tarjetas que incluyan información clave. Antes de disertar, tengan en consideración las siguientes preguntas:

- ¿Dominamos como grupo el tema que vamos a presentar?
- ¿Contemplamos los tiempos que requiere cada integrante del grupo en la exposición?
- ¿El material que vamos a exponer está bien presentado y potencia el proyecto?
- ¿Hemos considerado algunas de las preguntas que nos podrían hacer y cómo abordarlas?
- ¿Tenemos claros los puntos débiles del proyecto?

- Antes de concluir el proyecto, siempre es bueno reflexionar sobre lo realizado. Para ello, les sugerimos responder las siguientes preguntas:

¿Logramos concretar nuestro proyecto?	<input type="checkbox"/>	
¿Cumplimos con el objetivo que nos habíamos propuesto?	<input type="checkbox"/>	
¿Quedamos satisfechos con el trabajo realizado?	<input type="checkbox"/>	
¿Surgieron problemas o errores que no pudimos prever? Si es así, ¿cuáles?	<input type="checkbox"/>	
¿Qué factor importante no consideramos al momento de implementar nuestra idea?	<input type="checkbox"/>	
¿Hubiese sido necesario realizar otras tareas que no se nos ocurrieron en la planificación?	<input type="checkbox"/>	
¿Se puede mejorar nuestro proyecto? Si es así, ¿cómo?	<input type="checkbox"/>	

- Reúnanse como equipo y completen la siguiente pauta antes de dar a conocer su proyecto.

¿Cómo nos gustaría exponer nuestro proyecto?  
Escriban una lista con algunas ideas.

¿A quiénes les vamos a comunicar nuestro proyecto?

Nuestro objetivo al exponer es:

- ¿Qué tenemos que hacer para presentar el proyecto? Completen la siguiente tabla para organizar esta tercera etapa cuyo objetivo es compartir su proyecto con otros.

Integrante	Rol asignado para esta etapa	Tareas	Materiales de apoyo que va a necesitar	Tiempo para exponer

- Ahora que ya tienen claro lo que van a exponer y cómo hacerlo, fijen una fecha, hora y lugar, y convoquen a su audiencia. Una vez que terminen, les sugerimos destinar un espacio para que dialoguen y recopilen aquellos comentarios, sugerencias y aportes de sus compañeros(as) y de su profesor(a), para que, por una parte, puedan saber cómo fue recibido su trabajo y, por otra, puedan ustedes relatar su experiencia.

Han llegado al final de las etapas, ¡felicitaciones! En este camino se han visto enfrentados a diferentes desafíos: por un lado, crear un proyecto innovador, en el que tuvieron que trabajar en equipo, de manera autónoma y organizada; por otro, involucrar en este proceso a una comunidad escolar que también fue partícipe de sus logros.

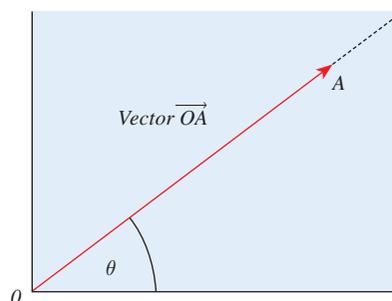
Tal como lo hicimos en las otras etapas, los invitamos a completar individualmente la siguiente tabla y ya con ello dar por concluido el proyecto.

Evalúo mis acciones en esta etapa del proyecto	Sí	No	¿Cómo podría mejorar?
¿Actué de manera generosa con mis compañeros y compañeras de grupo?			
¿Me involucré con la planificación, la ejecución y la comunicación del proyecto?			
¿Me comprometí para dar a conocer este proyecto a la comunidad?			
¿Fui capaz de reconocer mis errores y ser tolerante?			
¿Me esforcé por hacer un buen trabajo?			
¿Quedé conforme con mi participación en este proyecto?			

## VECTORES

Un vector corresponde a una magnitud determinada por un módulo, una dirección y un sentido. En física, algunas magnitudes vectoriales son la fuerza, la velocidad, la aceleración, etcétera.

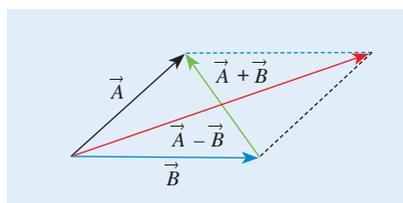
Generalmente, un vector es representado por una letra con una flecha sobre ella, por ejemplo, el vector velocidad  $\vec{v}$ .



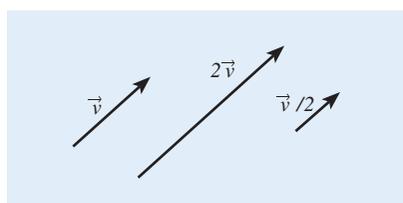
- El módulo del vector representado en el gráfico corresponde a la longitud del trazo OA.
- La dirección del vector corresponde a la inclinación del vector con respecto a un eje de referencia. También puede ser determinada por el ángulo  $\theta$ , que forma el vector con el eje de referencia.
- El sentido del vector indica hacia dónde se dirige este. Generalmente es representado por la punta de una flecha.

### Operaciones con vectores

Existe una manera gráfica de sumar vectores, esto es, mediante el método del paralelogramo. Este consiste en hacer coincidir el origen de los dos vectores y trazar líneas paralelas a ellos, de modo de formar un paralelogramo. La suma de los dos vectores corresponde a la diagonal principal y la sustracción, a la diagonal secundaria.



Si un vector se multiplica por un número (escalar positivo), se tendrá un vector de igual dirección y sentido que el vector original, pero de diferente módulo. Si el escalar que multiplica al vector es un número negativo, entonces el vector resultante tendrá igual dirección que el original, pero diferente módulo y sentido.



## SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

El Sistema Internacional de unidades (SI) establece un conjunto de unidades específicas para ciertas magnitudes consideradas fundamentales, a partir de las cuales se puede expresar cualquier unidad de magnitud derivada. Todos los países del mundo, a excepción de tres (Birmania, Estados Unidos y Liberia), utilizan el SI.

El SI se instauró en 1960, en la XI Conferencia General de Pesas y Medidas, durante la cual inicialmente se reconocieron seis unidades físicas básicas: metro, kilogramo, segundo, amperio, kelvin y candela. En 1971 se añadió la séptima unidad básica: el mol.

Magnitud física	Unidad	Símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Intensidad de corriente	ampere	A
Temperatura	kelvin	K
Intensidad lumínica	candela	cd
Cantidad de sustancia	mol	mol

De acuerdo con las normas del SI, las letras que designan las unidades se escriben en minúscula, salvo que sean unidades que lleven el nombre de una persona.

### Prefijos del SI

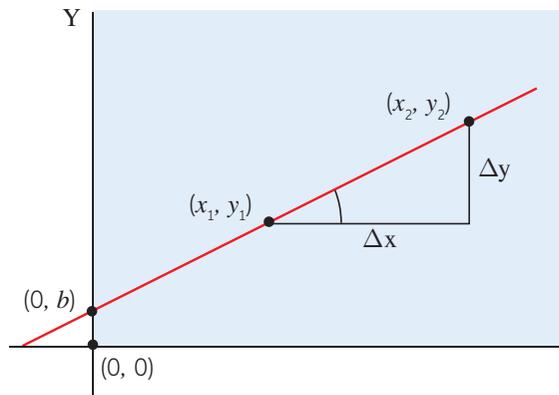
Para facilitar la escritura y el manejo de números muy grandes o muy pequeños con respecto a la unidad, se utiliza una serie de múltiplos y submúltiplos, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Múltiplos			Submúltiplos		
Factor	Prefijo	Símbolo	Factor	Prefijo	símbolo
$10^{24}$	yotta	Y	$10^{-24}$	yocto	y
$10^{21}$	zetta	Z	$10^{-21}$	zepto	z
$10^{18}$	exa	E	$10^{-18}$	atto	a
$10^{15}$	peta	P	$10^{-15}$	femto	f
$10^{12}$	tera	T	$10^{-12}$	pico	p
$10^9$	giga	G	$10^{-9}$	nano	n
$10^6$	mega	M	$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^3$	kilo	k	$10^{-3}$	mili	m
$10^2$	hecto	h	$10^{-2}$	centi	c
$10^1$	deca	da	$10^{-1}$	deci	d

## ECUACIONES LINEALES

Es habitual encontrar en física fenómenos cuyo comportamiento es lineal, es decir, que pueden ser modelados mediante la ecuación de una recta. Una línea recta se representa mediante la siguiente ecuación:  $y = m \cdot x + b$

Donde  $m$  y  $b$  son constantes. Esta ecuación se denomina ecuación lineal debido a que el gráfico de  $y$  en función de  $x$  es una línea recta.



La constante  $b$  corresponde a la coordenada de origen y representa el valor del punto donde la recta corta al eje Y. La constante  $m$  es igual a la pendiente de la recta. Para dos puntos cualesquiera de la recta,  $(x_1, y_1)$  y  $(x_2, y_2)$ , representados en el gráfico superior, la pendiente de la recta se define como:

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Las constantes  $m$  y  $b$  pueden tomar valores positivos o negativos. Si  $m > 0$ , la pendiente de la recta es positiva. Si  $m < 0$ , la pendiente de la recta es negativa.

## NOTACIÓN CIENTÍFICA

Muchas de las cantidades con las que se trabaja en ciencias corresponden a valores muy grandes o muy pequeños. Por esta razón, resulta práctico utilizar la notación científica como medio para representar dichos valores. La notación científica consiste en escribir los números mediante una parte entera de una sola cifra no nula, una parte decimal y una potencia de 10 de exponente entero.

A continuación, se muestran algunas magnitudes en notación científica:

Magnitud	Cantidad	Notación científica
Distancia máxima entre la Tierra y el Sol	152 100 000 000 m	$1,521 \cdot 10^{11}$ m
Masa de una partícula	0,000 000 000 000 000 000 000 9109534 kg	$9,109\ 534 \cdot 10^{-25}$ kg
Distancia mínima entre la Tierra y la Luna	384 400 000 m	$3,844 \cdot 10^8$ m

Para valores grandes, el exponente entero (positivo) debe corresponder al número de cifras después de la primera. Por ejemplo, la rapidez de la luz, 300 000 000 m/s, se puede expresar como  $3 \cdot 10^8$  m/s. Para valores inferiores a 1, el exponente entero (negativo) debe corresponder al número de ceros antes de la primera cifra significativa. Por ejemplo, 0,000 00786 es igual a  $7,86 \cdot 10^{-6}$ .

### Multiplicación de números en notación científica

Cuando se multiplican números expresados en notación científica, se suman los exponentes enteros; esto es:

$$(a \cdot 10^d) \cdot (b \cdot 10^c) = (a \cdot b) \cdot 10^{d+c}$$

### División de números en notación científica

Cuando se dividen números expresados en notación científica, se restan los exponentes enteros; esto es:

$$\frac{a \cdot 10^d}{b \cdot 10^c} = \frac{a}{b} \cdot 10^{d-c}$$

# MATERIAL DE APOYO

## ÍNDICE TEMÁTICO

### A

- Aceleración 21, 87
  - de gravedad 87
- Aristóteles 110, 111, 191

### B

- *Big bang* 188, 189, 216, 217
- *Big crunch* 216, 217
- *Big bounce* 216, 217
- *Big chill* 216, 217
- *Big rip* 217

### C

- Caída libre 16, 20, 54, 56, 57, 58, 58, 146, 207
- Cantidad de movimiento 122, 156, 160, 161, 162
- Cinturón de seguridad 97, 107
- Coeficiente 88, 94, 132, 135
  - de roce cinético 88, 94, 132, 135
  - de roce estático 88, 106, 114
- Choque 156, 163, 164
  - elástico 164
  - inelástico 164
  - perfectamente inelástico 164
- Conservación 150, 162, 164, 165
  - de la cantidad de movimiento 162, 164, 165
  - de la energía mecánica 150, 170
- Constante de gravitación universal 206
- Copérnico 194, 195, 198, 202, 218, 220

### D

- Desplazamiento 26, 128, 131, 135, 138, 140, 156, 160
- Diagrama de cuerpo libre 78, 92
- Distancia 22, 26, 27, 28, 29, 32, 36, 37, 38, 40, 41, 42

### E

- Efectos de la fuerza de atracción gravitacional 207, 210
  - La caída de los cuerpos 210
  - Las mareas 207, 210
  - Efectos sobre las estructuras cósmicas 211
- Efectos de las fuerzas 83, 112, 117
- Energía 136, 134, 140, 142, 143, 145, 148
  - cinética 140, 149, 150, 152
  - potencial gravitatoria 143, 144, 147, 149, 154
  - potencial elástica 145, 149, 152
  - mecánica 122, 123, 146, 148, 149, 176
- Epiciclo 193

### F

- Fuerza 56, 57, 88, 89
- Fuerza de atracción gravitacional 201, 206, 207, 210
- Fuerza de roce 88, 94, 95, 99, 103
- Fuerza elástica 89, 112, 113, 152
- Fuerza neta 85, 87, 92
- Fuerza normal 87, 95, 132
- Fuerza restauradora 89, 95

### G

- Galileo 57, 58, 66, 111, 196

### H

- Hubble 186, 187, 188, 198

### I

- Impulso mecánico 158, 159

### J

- Joule 127, 168
- Júpiter 191, 195, 196, 205

L

- La caída de los cuerpos 56, 206, 210
- Lanzamiento vertical 54, 60, 61, 65, 98
- Ley de gravitación universal 206, 207, 210, 212, 214
- Ley de Hooke 89, 90, 95
- Leyes de Kepler 202, 203
  - Primera ley 202
  - Segunda ley 203
  - Tercera ley 203
- Leyes de Newton 96, 97, 105, 106, 107
  - Ley de inercia 98, 99
  - Ley de las masas 100, 102
  - Ley de acción y reacción 104, 105

M

- Magnitud 27, 115, 116, 127, 131, 140, 144, 149, 158
  - vectorial 27, 160, 168
  - escalar 27, 29, 140
- Mareas 207
- Materia oscura 197
- Mercurio 191, 194, 195
- Modelo del cosmos 191, 192
  - Aristóteles 191
  - Ptolomeo 192
- Movimiento 16, 22, 24, 30, 38
  - rectilíneo uniforme (MRU) 40
  - rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA) 46
  - retrógrado 193, 194

N

- Newton 84, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108

O

- Órbita 165, 202, 203

P

- Péndulo de Newton 165
- Período 203
- Peso 58, 112, 114
- Planetas 202
- Plano inclinado 58
- Posición 26, 27, 127, 129, 135, 142, 160, 174, 176
- Potencia mecánica 124, 177, 122, 131, 132
- Ptolomeo 192

R

- Rapidez 28, 29, 36, 139, 141, 147, 150, 154, 161, 174, 210
- Relatividad 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36

S

- Sistema de propulsión 165
- Sistema de referencia 25, 31
- Sistemas planetarios 191, 192

T

- Tensión 87, 95, 103
- Tycho Brahe 195, 203, 218, 219
- Tierra 22, 23, 36, 37, 51, 57, 81, 87, 110, 191, 192
- Trabajo mecánico 123, 124, 125
- Trayectoria 27, 32

U

- Urano 204
- Universo 184, 186, 187, 200, 206

V

- Vector 25, 115, 128, 160, 161, 203
- Velocidad 28, 29, 34, 36, 39, 57

W

- Watt (W) 124, 125, 131

# MATERIAL DE APOYO

## GLOSARIO

### A

**Aceleración:** magnitud vectorial que representa el cambio de la velocidad por unidad de tiempo.

**Aceleración de gravedad:** aceleración que experimentan los cuerpos debido a la fuerza de atracción gravitacional. En la Tierra, su valor aproximado cerca de la superficie es de  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

**Afelio:** punto más lejano en una órbita elíptica.

### C

**Cantidad de movimiento:** producto entre la masa y la velocidad de un cuerpo.

**Conservación de la energía mecánica:** principio que enuncia que, en ausencia de fuerzas disipativas, la energía mecánica de un sistema se mantiene constante.

### D

**Deformación:** cambio en la forma de un cuerpo, la que puede ser permanente o momentánea.

**Desplazamiento:** magnitud vectorial que indica el cambio de posición de un cuerpo.

**Diagrama de cuerpo libre:** esquema vectorial que representa las fuerzas que actúan sobre un cuerpo.

**Dinamómetro:** instrumento que se utiliza para medir fuerza. Su funcionamiento se basa en la ley de Hooke.

### E

**Elasticidad:** propiedad mecánica de ciertos materiales que les permite experimentar deformaciones reversibles cuando son sometidos a la acción de fuerzas externas.

**Elipse:** lugar geométrico de todos los puntos del plano cuya suma de las distancias a dos focos es constante.

**Elongación:** deformación medible de un material con características elásticas. En una onda mecánica, es la separación de una partícula en un instante cualquiera, respecto de la posición de equilibrio.

**Energía mecánica:** capacidad que tiene un cuerpo o sistema para realizar un trabajo mecánico.

**Energía cinética:** capacidad que posee un cuerpo para realizar un trabajo en virtud de su masa y velocidad.

### F

**Fuerza:** interacción mutua entre dos o más cuerpos.

**Fuerza restauradora:** fuerza que opone un resorte o cuerpo con características elásticas, cuando es sometido a una fuerza externa, y que tiende a restituir su forma original.

**Fuerza de roce:** fuerza que se opone al movimiento entre las superficies en contacto.

### H

**Helio-céntrico:** paradigma en el que el Sol es el centro respecto del cual orbitan los planetas y astros.

### I

**Impulso:** magnitud vectorial que da cuenta de la relación entre la fuerza ejercida sobre un cuerpo y el tiempo de aplicación de dicha fuerza.

### J

**Joule (J):** unidad de medida de la energía según Sistema Internacional.

### L

**Ley de acción y reacción:** principio que establece que si un cuerpo A ejerce una fuerza sobre otro cuerpo B, entonces este último ejercerá una fuerza de igual magnitud sobre A, pero en sentido opuesto.

**Ley de inercia:** principio que establece que un cuerpo permanecerá en estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme si no actúa ninguna fuerza sobre él o si la resultante de las fuerzas que actúan es cero.

**Ley de Hooke:** modelo que establece que, en el rango de elasticidad, la deformación de un resorte es directamente proporcional a la fuerza restauradora.

**Ley de masa:** principio que plantea que si sobre un cuerpo actúa una fuerza neta, este adquirirá una aceleración directamente proporcional a la fuerza aplicada, donde la masa del cuerpo es la constante de proporcionalidad.

**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.

**Material elástico:** todo material que, al ser sometido a una fuerza externa, experimenta una deformación reversible. Es decir, al dejar de actuar dicha fuerza, recupera su forma original.

**Masa:** medida de la inercia que posee un cuerpo.

**Movimiento rectilíneo uniforme (MRU):** movimiento que describe un cuerpo que mantiene una velocidad constante.

**Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA):** movimiento rectilíneo de un cuerpo cuya velocidad cambia en la misma cantidad en intervalos de tiempos iguales.

**N**

**Newton (unidad):** unidad de fuerza del Sistema Internacional de unidades que representa la fuerza que se requiere para acelerar 1 kg de masa a  $1 \text{ m/s}^2$ .

**Normal:** fuerza que ejerce toda superficie sobre un cuerpo apoyado en ella.

**O**

**Órbita:** trayectoria que describe un objeto alrededor de otro mientras está bajo la influencia de una fuerza como la gravitacional.

**P**

**Perihelio:** punto de la órbita donde se alcanza la mayor rapidez y la mínima distancia entre el cuerpo orbitado y el cuerpo que orbita.

**Posición:** magnitud vectorial que indica la ubicación de un cuerpo respecto de un sistema de referencia.

**Potencia mecánica:** trabajo realizado por unidad de tiempo.

**R**

**Rapidez:** distancia recorrida por unidad de tiempo.

**Resorte:** material cuya disposición y geometría permiten que experimente deformaciones reversibles. Existen resortes de tracción, de compresión y de torsión.

**S**

**Sistema de referencias:** lugar desde el cual se describe la posición o el movimiento de un objeto. Para ello, se le asocia un sistema de coordenadas.

**Sistema solar:** conjunto formado por el Sol y los demás cuerpos celestes que giran a su alrededor.

**T**

**Trayectoria:** conjunto de todas las posiciones por las que pasa un cuerpo en movimiento.

**V**

**Velocidad:** magnitud vectorial que representa la variación de la posición de un cuerpo por unidad de tiempo.

**Velocidad de escape:** velocidad mínima para ir de la Tierra a otros astros.

**W**

**Watt (W):** unidad de medida de la potencia mecánica según Sistema Internacional.

# MATERIAL DE APOYO

## BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, M. y Finn, E. (2000). *Física*. Ediciones Pearson Educación.
- Claro, F. (2015). *A la sombra del asombro*. Santiago. Ediciones UC.
- Gass, I., Smith, P. y Wilson, R. (2002). *Introducción a las ciencias y la tecnología*. (5ª ed.). Editorial Reverté.
- Halliday, D., Resnick, R. y Krane, K. (2004). *Física I*. Ediciones Continental.
- Hewitt, P. (2006). *Física conceptual*. Ediciones Pearson Educación.
- Maiztegui, A. y Sabato, J. (1995). *Introducción a la física*. Kapelusz Editora S.A.
- Mengual, J. (2006). *Física al alcance de todos*. Ediciones Pearson Educación.
- Serway, R. y Jewett, J. (2008). *Física para ciencias e ingeniería*. (7ª ed.) Editorial Cengage Learning.
- Tipler, P. (2005). *Física para la ciencia y la tecnología. Volumen 2*. (6ª ed.) Editorial Reverté.

### WEBGRAFÍA

- <http://codigos.auladigital.cl>
- [https://phet.colorado.edu/es\\_PE/](https://phet.colorado.edu/es_PE/)
- <https://www.cne.cl/>
- <http://www.conicyt.cl/>
- <https://www.nasa.gov/>







EDICIÓN ESPECIAL PARA EL  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN  
PROHIBIDA SU COMERCIALIZACIÓN

