

**MATEMÁTICAS**  
**Y REPRESENTACIONES**  
**DEL SISTEMA**  
**NATURAL**



**MATEMÁTICAS  
Y REPRESENTACIONES  
DEL SISTEMA  
NATURAL**

**Secretaría de Educación Pública**  
José Ángel Córdova Villalobos

**Subsecretaría de Educación Media Superior**  
Miguel Ángel Martínez Espinosa

**Dirección General del Bachillerato**  
Carlos Santos Ancira

**Autor**  
César Augusto Vázquez Peredo

**Apoyo técnico pedagógico**  
Liliana del Carmen Sánchez Pacheco  
Araceli Hernández Cervantes

**Revisión técnico pedagógica**  
Patricia González Flores

**Revisión técnico pedagógica de la  
Dirección General del Bachillerato**  
Paola Núñez Castillo

**Coordinación y servicios editoriales**  
Edere S. A. de C. V.  
José Ángel Quintanilla D'Acosta  
Mónica Lobatón Díaz

**Diseño y diagramación**  
Visión Tipográfica Editores, S.A. de C.V.

**Material fotográfico e iconografía**  
Shutterstock Images, LLC  
Martín Córdova Salinas  
Isabel Gómez Caravantes  
César Augusto Vázquez Peredo

Primera edición, 2012  
D.R. © Secretaría de Educación Pública, 2012  
Argentina 28, Centro,  
06020, México, D. F.

ISBN 978-607-8229-26-0

Impreso en México



# Tabla de contenido

Presentación general . . . . .	7
Cómo utilizar este material . . . . .	10
Tu plan de trabajo . . . . .	13
¿Con qué saberes cuento? . . . . .	15

## UNIDAD 1 DINÁMICA DE FLUIDOS

<b>¿Qué voy a aprender y cómo?</b> . . . . .	17
<b>SECCIÓN 1 ¿Qué es un fluido?</b> . . . . .	22
Características de los fluidos . . . . .	23
El Sistema Internacional de Medidas . . . . .	24
Calculando volúmenes . . . . .	27
<b>SECCIÓN 2 Propiedades de fluidos en reposo: Hidrostática</b> . . . . .	30
Relaciones y funciones. . . . .	31
Propiedades de los fluidos y sus funciones . . . . .	36
El enorme potencial del agua: las presas . . . . .	38
Calculando propiedades de los fluidos . . . . .	43
¿Por qué flota una lancha? . . . . .	47
Experimentando con fluidos . . . . .	51
<b>SECCIÓN 3 Fluidos en movimiento: Hidrodinámica</b> . . . . .	56
Análisis del consumo de agua de riego . . . . .	56
Conservación de la energía . . . . .	60
Ecuaciones cuadráticas . . . . .	61
Conversión de energía mecánica en eléctrica. . . . .	65
<b>Autoevaluación</b> . . . . .	73

## UNIDAD 2 ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

<b>¿Qué voy a aprender y cómo?</b> . . . . .	75
<b>SECCIÓN 1 Con los pelos de punta: electricidad estática</b> . . . . .	80
¿Qué es la electricidad? . . . . .	80
Propiedades eléctricas de la materia . . . . .	81
El electroscopio. . . . .	88
Relaciones de proporcionalidad . . . . .	90
<b>SECCIÓN 2 Los circuitos eléctricos</b> . . . . .	94
La electrodinámica. . . . .	94

Circuitos eléctricos . . . . .	94
Ley de Ohm . . . . .	99
<b>SECCIÓN 3 ¿De dónde viene la electricidad?</b> . . . . .	<b>103</b>
Electricidad y desarrollo . . . . .	103
Magnetismo . . . . .	103
Electricidad + Magnetismo = Electromagnetismo . . . . .	107
La energía eléctrica en México . . . . .	111
La luz y otras ondas . . . . .	112
<b>Autoevaluación</b> . . . . .	<b>115</b>

### UNIDAD 3 LEYES DE LOS GASES

<b>¿Qué voy a aprender y cómo?</b> . . . . .	<b>117</b>
<b>SECCIÓN 1 Lo que el viento se llevó</b> . . . . .	<b>123</b>
Parques eólicos . . . . .	123
El aire y las propiedades de los gases . . . . .	126
Leyes de los gases . . . . .	130
La máquina de viento . . . . .	140
<b>SECCIÓN 2 Una imagen dice más que mil palabras</b> . . . . .	<b>141</b>
Analizando montones de datos . . . . .	141
El plano cartesiano y la elaboración de gráficas . . . . .	146
Hacia donde soplen los vientos . . . . .	152
<b>SECCIÓN 3 ¿Realmente puede hacer calor?</b> . . . . .	<b>158</b>
Calentamiento global . . . . .	158
Diferencia entre temperatura y calor . . . . .	161
¡Ni frío, ni caliente: cero grados! . . . . .	164
El efecto invernadero . . . . .	168
<b>Autoevaluación</b> . . . . .	<b>174</b>

<b>¿Ya estoy preparado(a)?</b> . . . . .	<b>175</b>
--	------------

### Apéndices

Apéndice 1. Clave de respuestas . . . . .	181
Apéndice 2. La consulta en fuentes de información por Internet . . . . .	207
Apéndice 3. Mi ruta de aprendizaje . . . . .	210
Apéndice 4. Tabla de equivalencias . . . . .	211

<b>Fuentes consultadas</b> . . . . .	<b>213</b>
--------------------------------------	------------

# Presentación general

Este libro fue elaborado para ayudarte a estudiar el módulo *Matemáticas y representaciones del sistema natural* del plan de estudios de la Preparatoria Abierta que ha establecido la Secretaría de Educación Pública (SEP), pero también está diseñado para utilizarse en otras modalidades no escolarizadas y mixtas. Sabiendo que trabajarás de manera independiente la mayor parte del tiempo este libro te brinda orientaciones muy precisas sobre lo que tienes que hacer y te proporciona la información que requieres para aprender.

Los estudios que iniciarás tienen como sustento un enfoque de educación por competencias por lo que se busca que trabajes en adquirir nuevos conocimientos, habilidades, actitudes y valores, así como en recuperar otros para transformarlos en capacidad para desempeñarte de forma eficaz y eficiente en diferentes ámbitos de tu vida personal, profesional y laboral.

Para facilitar tu estudio es importante que tengas muy claro qué implica aprender por competencias, cómo se recomienda estudiar en una modalidad no escolarizada y cómo utilizar este libro.

## ¿Qué es una competencia?

En el contexto educativo, hablar de “competencias” no es hacer referencia a una contienda o a una justa deportiva. En el contexto educativo una **competencia** es la capacidad que una persona desarrolla para actuar integrando conocimientos, habilidades, actitudes y valores.

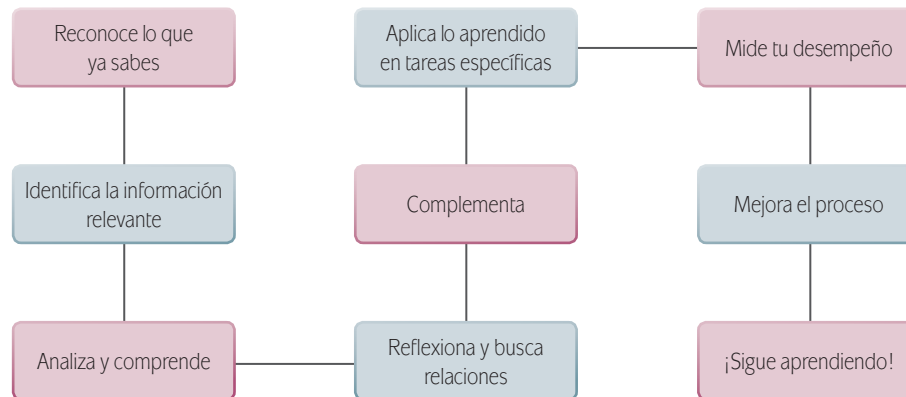
La meta de la formación como bachiller es que desarrolles las competencias que han sido definidas por la SEP como perfil de egreso para la Educación Media Superior<sup>1</sup>. No se pretende que te dediques a memorizar información o que demuestres habilidades aisladas. El objetivo es que logres aplicar de manera efectiva tus conocimientos, habilidades, actitudes y valores en situaciones o problemas concretos.

La cantidad de información disponible en la época actual provoca que busquemos formas diferentes de aprender pues memorizar contenidos resulta insuficiente. Ahora se requiere que aprendas a analizar la información y te apropiés de los conocimientos haciéndolos útiles para ti y tu entorno.

Por eso cuando estudies, orienta tus esfuerzos a identificar los conceptos más importantes, a analizarlos con detenimiento para comprenderlos y reflexionar cómo se relacionan con otros términos. Busca información adicional. Pero no te quedes allí, aprende cómo aplicar los saberes en situaciones y contextos propuestos en las actividades. Haz lo mismo con las habilidades, las actitudes y los valores. De manera concreta, es recomendable que para aprender sigas estos pasos:

<sup>1</sup> De acuerdo con el Marco Curricular Común, el estudiante de bachillerato deberá desarrollar tres tipos de competencias: genéricas, disciplinares y profesionales.

## Presentación general



En este libro, además de leer y estudiar textos y procedimientos, encontrarás problemas a resolver, casos para analizar y proyectos a ejecutar. Estos te ofrecerán evidencias sobre las capacidades que desarrollarás y podrás valorar tus avances.

Para acreditar el módulo *Matemáticas y representaciones del sistema natural* es necesario que demuestres que eres capaz de analizar y resolver situaciones, problemas y casos que te exigen la unión de conocimientos, habilidades, actitudes y valores.

## Estudiar en una modalidad no escolarizada

Una modalidad educativa no escolarizada como la que estás cursando tiene como ventaja una gran flexibilidad. Tú decides a qué hora y dónde estudias, y qué tan rápido avanzas. Puedes adecuar tus horarios a otras responsabilidades cotidianas que tienes que cubrir como el trabajo, la familia o cualquier proyecto personal.

Pero, en esta modalidad educativa, también se requiere que tú:

- ▣ Seas capaz de dirigir tu proceso de aprendizaje. Es decir que:
  - Definas tus metas personales de aprendizaje, considerando el propósito formativo de los módulos.
  - Asignes tiempo para el estudio y procures contar con el espacio adecuado y los recursos necesarios.
  - Regules tu ritmo de avance.
  - Aproveches los materiales que la SEP ha preparado para apoyarte.
  - Utilices otros recursos que puedan ayudarte a profundizar tu aprendizaje.
  - Identifiques tus dificultades para aprender y busques ayuda para superarlas.
- ▣ Te involucres de manera activa en tu aprendizaje. Es decir que:
  - Leas para comprender las ideas presentes y construyas significados.
  - Recurras a tu experiencia como punto de partida para aprender.

- Realices las actividades propuestas y revise los productos que genere.
  - Reconozcas tus fortalezas y debilidades como estudiante.
  - Selecciones las técnicas de estudio que mejor funcionen para ti.
  - Emprendas acciones para enriquecer tus capacidades para aprender y potenciar tus habilidades.
- ▣ Asumas una postura crítica y propositiva. Es decir que:
- Analices de manera crítica los conceptos presentados.
  - Indagues sobre los temas que estudies y explores distintos planteamientos en torno a ellos.
  - Plantee alternativas de solución a los problemas.
  - Explore formas diversas de enfrentar las situaciones.
  - Adoptes una postura personal en los distintos debates.
- ▣ Seas honesto(a) y te comprometas contigo mismo(a). Es decir que:
- Realices tú mismo(a) las actividades.
  - Consultes las respuestas después de haberlas llevado a cabo.
  - Busques asesoría en los Centros de Servicios de Preparatoria Abierta.
  - Destines el tiempo de estudio necesario para lograr los resultados de aprendizaje.
- ▣ Evalúes tus logros de manera constante. Es decir que:
- Analices tu ejecución de las actividades y los productos que genere utilizando la retroalimentación que se ofrece en el libro.
  - Identifiques los aprendizajes que alcances utilizando los referentes que te ofrece el material.
  - Reconozcas las limitaciones en tu aprendizaje y emprendas acciones para superarlas.
  - Aproveches tus errores como una oportunidad para aprender.
- ▣ Reflexiones sobre tu propio proceso de aprendizaje. Es decir que:
- Te preguntes de manera constante: ¿Qué estoy haciendo bien?, ¿qué es lo que no me ha funcionado?
  - Realices ajustes en tus estrategias para mejorar tus resultados de aprendizaje.

Como puedes ver, el estudio independiente es una tarea que implica el desarrollo de muchas habilidades que adquirirás y mejorarás a medida que avances en tus estudios. El componente principal es que estés comprometido con tu aprendizaje.

# Cómo utilizar este material

Este libro te brinda los elementos fundamentales para apoyar en tu aprendizaje. Lo constituyen diversas secciones en las que se te proponen los pasos que es recomendable que sigas para estudiar.

1. En la sección *Tu plan de trabajo* encontrarás el propósito general del módulo, las competencias que deberás desarrollar y una explicación general de las unidades. Es importante que sea lo primero que leas de tu libro para hacer tu propio plan de trabajo.

2. En la sección *¿Con qué saberes cuento?* hay una primera actividad de evaluación con la que puedes valorar si posees los saberes requeridos para estudiar con éxito el módulo. Es oportuno que identifiques desde el inicio si necesitas aprender o fortalecer algún conocimiento o habilidad antes de comenzar.
3. Después de la sección anterior, se presentan las unidades en el orden sugerido para su estudio. Cada una de ellas contiene actividades de aprendizaje e información necesaria para realizarlas;

Matemáticas y representaciones del sistema natural

acumulándola primero en el tinaco y llevándola a través de la tubería a todas las llaves de la instalación. El tinaco se debe ubicar en el punto más alto para que la energía potencial sea máxima, de forma que la presión hidrostática sea lo suficientemente grande para empujar el agua y que así, salga por una llave abierta.

El mismo principio que se emplea para el funcionamiento de una presa o de un tinaco, se utiliza también el **inodoro**, uno de los avances tecnológicos más beneficiosos para nuestra salud.

**Un mensaje de atención**  
A partir de la explicación del funcionamiento de una presa, anéxala a lo que has aprendido hasta ahora, intenta explicar cómo funciona el inodoro. Al "jalar la palanca", que es como se conoce al proceso por el cual un inodoro se pone en marcha, se levanta una pequeña tapa dentro del tanque (conocida como "sopón") y se deja pasar el agua a la taza. El agua se acumula en la taza, hasta que alcanza el nivel necesario para que su presión hidrostática rompa el equilibrio que la mantiene allí, por lo que comienza a salir por la tubería. El proceso continúa hasta que de nuevo se alcanza un equilibrio entre la presión a ambos lados de la tubería de salida de la taza.

**Más información en...**  
Para que puedas conocer los esfuerzos que realizan las instituciones públicas encargadas del manejo y distribución del agua potable, visita el portal de Internet de la Comisión Nacional del Agua (Conagua) <http://www.cna.gob.mx/>. También puedes consultar el sitio del organismo especializado en tu localidad.

**glosario**  
**Inodoro:** se dice especialmente del aparato que se coloca en los cuartos de las casas y en los cuartos públicos para impedir el paso de los malos olores. También se puede decir "sin olores", o que no desprende olores.

**Calculando propiedades de los fluidos**

Ahora bien, además de dar descripciones cualitativas adecuadas, el mundo de la física y la ingeniería requiere de un trabajo **cuantitativo** preciso. Por esta razón, es necesario aprender a manipular expresiones matemáticas complejas para evaluar la información que en un momento dado sea requerida.

**glosario**  
**Cuantitativo:** que denota cantidad.

Estás trabajando para comprender las expresiones matemáticas ( $\rho = m/V$ ,  $P = F/A$ ,  $F_g = m \cdot g$ ,  $\rho = \rho \cdot V$ ) que representan conceptos y principios que describen el comportamiento de los fluidos, para aplicarlos en problemas prácticos o experimentos relacionados con estos fenómenos físicos, presentes en tu ciudad, país o en el mundo.

Concepto	Variables	Expresión matemática
Energía potencial		
Presión hidrostática		

Podrás corroborar tus respuestas en el cuadro que se presenta en el Apéndice 1.

Alto Te sugiere dónde detenerte sin dejar un proceso de aprendizaje incompleto.

Matemáticas y representaciones del sistema natural

En el caso en el que una tubería cambie de área, la ecuación de continuidad se puede escribir como:  $A_1 v_1 = A_2 v_2$ . Al multiplicar el área transversal de la tubería por la rapidez del fluido, estamos calculando una especie de rapidez con la que se desplaza el volumen, que es equivalente al flujo de la tubería. Esta interpretación se puede hacer de forma más simple si se analizan las unidades que resultan de multiplicar el área transversal de la tubería ( $A$ ) por la rapidez del fluido ( $v$ ), cuyas unidades son  $m^2$  y  $m/s$  respectivamente, resulta en  $m^3/s$ , que es la unidad que se utiliza para medir el flujo.

Así, podemos ver que al modificar el área transversal de una tubería, se modifica también la rapidez del fluido; un fluido se moverá con mayor rapidez si se hace a una con área mayor. ¿En dónde has visto este fenómeno?

Al tapar parte de la boquilla de una manguera con tu dedo pulgar, reduces al área transversal de la manguera, haciendo que el agua salga con mayor rapidez. Si retiras tu dedo, el área aumenta y el agua sale con menor rapidez.

Una de las ecuaciones básicas para describir el comportamiento de fluidos en movimiento es la ecuación de Bernoulli.

La ecuación de Bernoulli relaciona distintas variables de un fluido en movimiento:

- $P$ : la presión del fluido (Pa)
- $D$ : la densidad del fluido ( $kg/m^3$ )
- $v$ : la rapidez del fluido (m/s)
- $g$ : la aceleración de la gravedad ( $9.8 m/s^2$ )
- $h$ : la altura del fluido (m)

Todas estas variables se agrupan dentro de una ecuación que establece que la energía que posee el fluido en movimiento, sin fricción ni viscosidad, permanece constante a lo largo de su recorrido. La ecuación se escribe como sigue:

$$P_1 + \frac{Dv_1^2}{2} + Dgh = \text{constante}$$

Podemos separar los términos de la ecuación para analizarlos con mayor detenimiento:

- $P$  se refiere a la presión del fluido.
- $\frac{Dv^2}{2}$  es un término que se asemeja a la energía cinética del fluido pero entre el volumen, así que podemos interpretarlo como la energía cinética que tendría  $1 m^3$  de fluido.

**Para saber más**  
Daniel Bernoulli fue un físico y matemático holandés que nació en 1700 y murió en 1782. Fue miembro de una célebre familia de científicos, quienes contribuyeron con un sinnúmero de aportaciones al área de la matemática. Su obra principal, *Hydrodynamica*, se publicó en 1738 y en la cual desarrolló la idea de lo que más tarde se conoció como teorema de Bernoulli, así como los fundamentos de la moderna teoría cinética de los gases.

**Indicador de desempeño** Enuncia la tarea que debes aprender a realizar como resultado del estudio. Utilízalos como referente conforme realizas las actividades y valora de manera continua la medida en la cual vas dominando esos desempeños.

**Actividad** Encontrarás una gran diversidad de actividades que te ayudarán a desarrollar competencias. Las actividades de aprendizaje, las cuales podrás identificar cada vez que aparezca una libreta en color azul y las experimentales, que ubicarás mediante una libreta en color verde. Lee las instrucciones con atención en cada actividad y ejecútalas para aprender.

**Para saber más** Brinda información interesante, curiosa o novedosa sobre el tema que se está trabajando y que no es esencial, sino complementaria.

**Concepto clave** Resalta los conceptos esenciales para la situación que estás analizando. Identifícalos y presta especial atención para comprenderlos y problematizarlos. Se indican con letra azul.

sin embargo se sugiere continuamente que consultes fuentes adicionales a este libro.

4. Para que puedas corroborar las respuestas de las actividades está el primer Apéndice del libro. No dejes de consultarlo después de haberlas realizado.
5. También encontrarás una sección de evaluación final del módulo. Su resolución te permitirá valorar si ya lograste los aprendizajes propuestos y si estás en condiciones de presentar tu examen para acreditar el módulo ante la SEP. Es muy importante que califiques honestamente tus res-

puestas y una vez que tengas los resultados pienses sobre lo que sí te funcionó y lo que no a lo largo del estudio para que adoptes mejoras en tu proceso de aprendizaje..

Con frecuencia se te recomienda buscar información por medio de Internet, o acceder a algunas páginas electrónicas pero no te limites a dichas recomendaciones, busca otras; en ocasiones, dada la velocidad con que se actualiza la información encontrarás que algunas direcciones ya no están dis-

**Gestión del aprendizaje** Incluyen algunos comentarios del autor que se relacionan con el tema estudiado y te permiten profundizar el aprendizaje.

**U3 LEYES DE LOS GASES**

2. ¿Qué sucede en las paredes de la caja?

3. ¿Qué diferencia notas en las paredes de la caja al agitar la caja lentamente y después hacerlo rápido?

**Gestión del aprendizaje**  
Esta sencilla actividad pretende que te familiarices con los procesos que se dan a nivel molecular para que puedas entender más fácilmente los conceptos que estudiaremos a continuación. Conserva tu "laboratorio de gas", pues recurriremos de nuevo a él más adelante. Puedes consultar las respuestas en el Apéndice 1 para verificar la validez de tus ideas.

En la unidad 1 conociste algunos conceptos que vamos a retomar en esta unidad, así que a modo de repaso, tendrás que elaborar un mapa conceptual en el que el concepto central sea gases y se incluyan como subordinados la masa, volumen, densidad y presión, además de las definiciones y las unidades de medida.

**Más información en...**  
Sobre los mapas conceptuales, revisa tus notas y el libro del módulo de la información de conocimiento.

Compara tu mapa conceptual con el que se muestra en el Apéndice 1 para identificar posibles errores. Después de este repaso de los conceptos básicos, casi estamos listos para el estudio de las leyes que rigen el comportamiento de los gases.

128

**Más información en** Recomienda otros recursos para ampliar información sobre un tema.

**Matemáticas y representaciones del sistema natural**

**Para saber más**  
En algunos de los problemas en los que interviene la presión, será necesario calcular el área sobre la cual dicha presión se aplica. A continuación se incluye un cuadro que te permitirá tener referentes para calcular el área de algunas figuras geométricas, así como su perímetro.

Figura	Esquema	Perímetro	Área
Círculo		$P = 2\pi \cdot r$	$A = \pi \cdot r^2$
Rectángulo		$P = 2a + 2b$	$A = a \times b$
Triángulo		$P = L_1 + L_2 + b$	$A = \frac{bh}{2}$
Polígono regular		$P = L$ (número de lados)	$A = \frac{L^2 \cdot n}{4}$

**Glosario**  
Materia: realidad primaria de la que están hechas las cosas.

**Asesoría**  
Como bien sabes, existen muchas unidades de medida para los distintos variables que estamos estudiando, por lo que frecuentemente será necesario que realices conversiones de unidades. Existen algunas herramientas en línea que te pueden ayudar con la conversión, por ejemplo, los sitios: <http://wwwconvert.com/ru/> y <http://metricconversion.biz/metricconversion.biz/> Sin embargo, es recomendable que también consultes una tabla de equivalencias que te permita hacer las conversiones sin necesidad de recurrir a una computadora. Puedes consultar la tabla de equivalencias que se proporcionan en el Apéndice 4.

Otro concepto que es importante analizar es la temperatura. Aunque más adelante encontraremos una sección dedicada al estudio de la temperatura y fenómenos térmicos, por el momento nos centraremos en decir que la temperatura es una medida que indica que tan rápido se mueven las moléculas de un gas: para una temperatura grande, las moléculas se mueven más rápidamente que si la temperatura fuera menor. La temperatura tiene claros efectos sobre la **materia**, ¿recuerdas que no fue lo mismo agitar tu caja lento o rápido en la actividad del "laboratorio de gases"? Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el Kelvin (K).

129

**Glosario** Destaca aquellos términos que pueden ser difíciles de comprender. En el margen encontrarás la definición correspondiente. ¡No avances si no entiendes algún término! Es uno de los atributos de un buen lector.

**Asesoría** Son sugerencias para que el estudiante recurra a otras personas de su entorno para intercambiar o enriquecer puntos de vista sobre un tema.

## Cómo utilizar este material

ponibles, por lo que saber buscar (navegar) te será muy útil. Si tienes alguna duda sobre cómo hacerlo, consulta el Apéndice 2 “La consulta en fuentes de información en Internet”.

Conforme avances identificarás cuáles de estos recursos te resultan más útiles según tus capacidades para aprender y tu estilo de aprendizaje. ¡Aprovéchalos para sacar el mayor beneficio de este libro!

**U2 ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO**

**Estás trabajando para desarrollar el concepto: campo magnético, y las leyes de Ampere y Faraday que explican el comportamiento de la electricidad y el magnetismo, para representarlos simbólicamente mediante la aplicación de relaciones y funciones al observar y analizar la presencia de estos en la vida cotidiana.**

Actualmente, con el desarrollo de la tecnología satelital es fácil orientarse; basta comprarse un aparato conocido como GPS (Sistema de Geoposicionamiento Global, por sus siglas en inglés) para poder trazar una ruta, incluso aunque no se cuente con alguna referencia visual. Sin embargo, desde hace siglos, los seres humanos han realizado larguissimos viajes sin tener satélites, ayudados únicamente de un invento muy ingenioso: la **brújula**.  
Y tú, ¿sabes cómo funciona una brújula? Explicalo en las siguientes líneas.

A lo largo de esta unidad hemos revisado la teoría básica de la electricidad, así que ahora nos dedicaremos al estudio de los fenómenos magnéticos. El descubrimiento del magnetismo data de hace miles de años y se documentó por primera vez en una región de Asia conocida como Magnesia. Los habitantes de esa región observaron que había rocas que se atraían unas a otras; actualmente sabemos que estas rocas están formadas de óxidos de hierro y se conocen comúnmente como imanes (o magnetos, haciendo honor a su lugar de origen). El magnetismo fue estudiado por algunas civilizaciones antiguas, como los griegos, pero solo como una curiosidad; fueron los chinos, sin embargo, quienes encontraron que es posible orientarse geográficamente haciendo uso de un imán y desarrollaron un invento que se conoce como la brújula.

Como veremos más adelante, el magnetismo está íntimamente relacionado con nuestra vida diaria, así que procederemos a estudiar la teoría básica.

**Brújula:** instrumento consistente en una caja en cuyo interior una aguja imantada gira sobre un eje y señala el norte magnético, que sirve para determinar las direcciones de la superficie terrestre.

**Límites del conocimiento**  
En el año 2007 los físicos Peter Grünberg y Albert Fert ganaron el Premio Nobel de Física por descubrir un efecto magnético que permitió a las compañías de computadoras desarrollar discos duros con mayor capacidad de almacenamiento. El fenómeno se conoce como magnetorresistencia gigante y es un tema de estudio actual en el mundo de la física y la ingeniería.

**UN MOMENTO DE REFLEXIÓN**  
Seguramente tienes algunas naciones respecto a lo que sucede cuando dos imanes interactúan, ¿lo recuerdas?

104

**Límites del conocimiento** Brinda una visión de que el conocimiento está en constante construcción y cambio.

**Reflexión** Ofrece una serie de cuestionamientos que buscan sacar a flote la experiencia previa del estudiante para aplicarla a más situaciones cotidianas, de tal forma que genere el cimientto sobre el cual se consoliden conocimientos posteriores.

**U3 LEYES DE LOS GASES**

La teoría molecular establece que la materia está formada por moléculas que están en constante movimiento; esa es la razón por la que el agua se mezcló con el colorante en la actividad anterior. Puedes visualizarlo de la siguiente forma: imagina que tienes un frasco lleno de arroz (moléculas de agua) y pones algunos frijoles hasta arriba (moléculas de colorante); el arroz y los frijoles no pueden moverse por sí mismos, por lo que debemos imaginar unas manos invisibles que agiten el frasco. ¿Qué observas después de unos segundos? ¿Esperarías que los frijoles sigan estando exactamente donde los colocaste? Claro que no. Al cabo de unos segundos de agitar el frasco encontrarás un frijol por aquí, otro por allá, uno más al fondo del recipiente, es decir, arroz y frijoles, agua y colorante se habrán mezclado. Ahora, es evidente que no obtendremos el mismo resultado si las manos invisibles agitan el frasco lentamente o lo hacen rápido. ¿Recuerdas cómo se llama la variable física que nos dice que tan rápido se mueven las moléculas? La temperatura.

La **temperatura** de un objeto se define como el promedio de la energía cinética (el concepto de energía cinética se abordó en la unidad 1) de las moléculas que componen el objeto. Debido a que la energía cinética de una molécula está relacionada con su rapidez, podemos interpretar a la temperatura como una medida que nos indica qué tan rápido se mueven las moléculas en promedio. Esto no quiere decir que las moléculas se mueven todas con la misma rapidez, habrá las que se muevan más lentamente o rápidamente, el promedio solo da un valor representativo de la rapidez de todo el conjunto de moléculas.

Por otro lado, el concepto de **calor involucra** por fuerza la interacción de dos objetos con temperatura distinta, y se refiere a un intercambio de energía.

**UN MOMENTO DE REFLEXIÓN**  
Imagina que estás a punto de comer, por lo que te sirves la sopa caliente que recientemente estaba en la estufa y un vaso de agua fría que acabas de sacar del refrigerador sobre la mesa. Justo en ese momento, tienes la mala suerte de recibir una llamada telefónica importante que dura cerca de 10 minutos. ¿Qué habías sucedido con tu comida después de ese tiempo? ¿La sopa estará ya fría y el agua estará al tiempo. Si lo vemos desde el punto de vista de las moléculas, las de la sopa que en un principio se movían rápidamente habrán perdido algo de su energía cinética, mientras que, por otro lado, las del agua, que se movían lentamente, ganan algo de energía cinética para ahora se mueven más rápido. Sabemos que la energía no aparece ni desaparece por arte de magia, así que debió de ir a algún lado, al aire para ser preciso. Esta energía que se transfirió entre los alimentos y el aire es justamente lo que se denomina calor.

**Objetivo:** Investigar: abarcar, incluir, comprender, hacer participar

162



El propósito del módulo *Matemáticas y representaciones del sistema natural* es que analices situaciones de la vida cotidiana en las cuales se presentan fenómenos relacionados con el comportamiento de los fluidos, la electricidad, el magnetismo, el calor y las leyes de los gases mediante el uso de herramientas matemáticas, como las relaciones y funciones, que permiten comprenderlos y resolver problemas relacionados con los mismos, desde diferentes enfoques.

*Matemáticas y representaciones del sistema natural* se ubica en el tercer nivel del plan de estudios de bachillerato de las modalidades no escolarizada y mixta, denominado “Métodos y contextos”, en el cual se consolida el aprendizaje del método científico en su aplicabilidad para las Humanidades y Ciencias sociales así como para las Ciencias experimentales.

En este sentido es que este libro busca orientarte para que interpretes, analices y comprendas tu entorno a partir del planteamiento de situaciones problemáticas, que resolverás utilizando conceptos y leyes de la física, así como herramientas matemáticas. Este material se desarrolla entorno a la problemática que plantea la generación de energía eléctrica en nuestro país mediante procesos no contaminantes. Para su trabajo, el módulo se conforma en tres unidades:

- En la primera unidad estudiarás el comportamiento de los fluidos (en reposo y en movimiento) mediante los conceptos y las leyes respectivas, utilizando las herramientas matemáticas que permitan su análisis con rigor científico. Aplicarás estos conocimientos para estudiar el funcionamiento de una central hidroeléctrica, en particular, la planta hidroeléctrica conocida como La Yesca, ubicada en el estado de Nayarit.
- En la segunda unidad enfocarás tu atención en los conceptos vinculados con electricidad, magnetismo y electromagnetismo, así como el uso adecuado de los modelos matemáticos que los describen. Aplicarás estos conocimientos para entender, entre otras cosas, cómo convierte un generador para convertir electricidad mecánica en energía eléctrica.
- Por último, en la tercera unidad analizarás los principios fundamentales de las leyes de los gases para vincularlos a situaciones cotidianas mediante la aplicación de herramientas y modelos matemáticos. De forma paralela, analizarás el funcionamiento de una central capaz de convertir la energía del viento en energía eléctrica, estudiando el caso de la central Eoloeléctrica La Venta.

Conforme avances en el estudio de este módulo desarrollarás las competencias que se requieren para acreditarlo. Encontrarás una serie de apoyos o recursos para completar tu aprendizaje de forma independiente, pon atención en ellos y aprovéchalos al máximo.

Algunos de estos apoyos son las diversas cápsulas que te dan la posibilidad de consultar información adicional, enterarte de un dato curioso o ampliar la explica-

## Tu plan de trabajo

ción sobre un tema o concepto, no las pases por alto y considéralas como parte importante en tu estudio.

Este módulo tiene una duración de 70 horas, con un tiempo de estudio estimado para cada unidad como se muestra a continuación:

Unidad	Tiempo de estudio
Dinámica de fluidos	25 horas
Electricidad y Magnetismo	25 horas
Leyes de los Gases	20 horas

Si estudias 10 horas por semana, podrás completar el módulo en 12 semanas, aproximadamente. Si tu ritmo de trabajo es diferente a éste, elabora tu propio cronograma y estima el tiempo de estudio por unidad.

¡Entonces, es momento de comenzar!

# ¿Con qué saberes cuento?

## Actividad



En este módulo estudiarás algunos conceptos básicos de física y aprenderás la forma de relacionarlos con diversas herramientas matemáticas, sin embargo, es necesario que domines una serie de conceptos y procedimientos fundamentales de aritmética, álgebra y geometría, como los números reales y sus operaciones, entender el lenguaje algebraico, notación científica, resolver ecuaciones sencillas y conocer elementos geométricos básicos como el punto, la recta y el plano.

Para que valores tus fortalezas y debilidades, responde la siguiente evaluación diagnóstica.

### Instrucciones:

Contesta las siguientes preguntas. Escribe la respuesta en este libro, pero utiliza hojas para registrar el procedimiento que sigues en cada caso. Conserva tus anotaciones para que puedas analizar los pasos que seguiste al revisar tus respuestas.

#### I. Aritmética:

Resuelve las siguientes operaciones con número reales.

1.  $3 \cdot 7(-9) =$

2.  $3 \cdot (35 - 9) \left( \frac{28}{4} \right) + 4 =$

3.  $\left( \frac{4}{5} \right) \cdot \left( \frac{3}{8} \right) =$

4.  $\frac{5}{9} - \frac{7}{12} =$

#### II. Álgebra:

5. Una persona gasta 10 pesos en transporte para ir al mercado a comprar naranjas. Además, cada kilogramo de naranjas se vende en 4 pesos. Si llamamos “x” a los kilogramos de naranja que compra la persona, escribe la ecuación que permite conocer el costo total del viaje al mercado, “y”.

Encuentra el valor de x que satisface las siguientes igualdades:

6.  $4x - 20 = 0$

7.  $6x + 4 = 5x - 7$

8.  $\frac{4x - 3}{5} = 2$

9.  $\frac{4}{5}x - \frac{1}{2} = 0$

## ¿Con qué saberes cuento?

Escribe las siguientes cantidades en notación científica:

10. 7040000
11. 0.00000000549

### III. Geometría:

12. ¿Cuántos puntos se necesitan como mínimo para trazar una recta que pase por ellos en un plano?

Traza los elementos que se solicitan a continuación:

13. Dos rectas que formen un ángulo de  $45^\circ$
  
14. Dos planos que formen un ángulo de  $90^\circ$

Cuando termines, consulta el Apéndice 1 para revisar tus respuestas. Tus errores te mostrarán aquellas competencias matemáticas básicas que necesitas reforzar antes de iniciar este módulo. Identifica en qué te equivocaste y repasa estos temas antes de iniciar. Para ello, consulta tu libro y apuntes del módulo: *Representaciones simbólicas y algoritmos*, o bien, revisa la siguiente bibliografía y sitios de Internet:

- ▣ Fuenlabrada de la Vega, S. (1994). *Matemáticas I: aritmética y álgebra*. México: McGraw-Hill.
- ▣ Baldor, A. (1974). *Aritmética teórico práctica; con 7008 ejercicios y problemas*, Bogotá: Cultural colombiana.
- ▣ Quijano, J. (1964). *Aritmética y nociones de álgebra y geometría*. México: Porrúa.
- ▣ <http://docente.ucol.mx/grios/aritmetica/numenatu.htm>
- ▣ [http://recursostic.educacion.es/descartes/web/materiales\\_didacticos/Ecuaciones\\_primer\\_grado\\_resolucion\\_problemas/index.htm](http://recursostic.educacion.es/descartes/web/materiales_didacticos/Ecuaciones_primer_grado_resolucion_problemas/index.htm)
- ▣ <http://www.geoka.net/>
- ▣ <http://www.disfrutalasmatematicas.com/numeros/notacion-cientifica.html>

Recuerda que puedes buscar el apoyo de alguien cercano a ti que cuente con conocimientos de matemáticas y ciencias experimentales, o bien acudir a algún Centro de Servicios de Preparatoria Abierta y solicitar el servicio de Asesoría Académica.



# Dinámica de fluidos

## ¿Qué voy a aprender y cómo?



Diariamente utilizas regaderas, lavabos, coladeras y drenajes, etcétera; además, ves objetos que pueden flotar en el agua o en el aire tales como lanchas, aviones, helicópteros. ¿Te has preguntado cómo y por qué funcionan?

En esta unidad denominada Dinámica de fluidos podrás dar una respuesta al respecto; pero requieres dominar algunos conceptos y herramientas matemáticas, tales como las funciones y ecuaciones de primero y segundo grado. Asimismo, estudiarás que el aire es una mezcla de gases y el agua, un líquido; dado que gases y líquidos se comportan de forma similar, estos se agrupan dentro de un mismo concepto: fluidos.



### ¿Con qué propósito?

El propósito de esta unidad es que comprendas el comportamiento de los fluidos (en reposo y en movimiento) con el estudio de los conceptos y las leyes respectivas, para que puedas relacionarlos con situaciones de tu entorno y/o vida cotidiana. Para analizarlos utilizarás herramientas matemáticas como las ecuaciones de primer y segundo grado, los despejes y las proporciones directas e inversas.

### ¿Qué saberes trabajaré?

En esta unidad abordarás saberes de física y matemáticas de manera articulada para comprender, los fenómenos cotidianos más comunes de tu **entorno** relacionados con el comportamiento de los fluidos. Los conocimientos se contextualizan a través del estudio del proceso mediante el cual la energía potencial del agua en una presa se aprovecha para generar energía eléctrica. Adicionalmente, se pretende que obtengas elementos para realizar reparaciones sencillas en el hogar, o por lo menos, entender las causas de las fallas. Como puedes ver, la idea central es que puedas constatar la importancia y aplicación de los conceptos básicos de esta unidad.

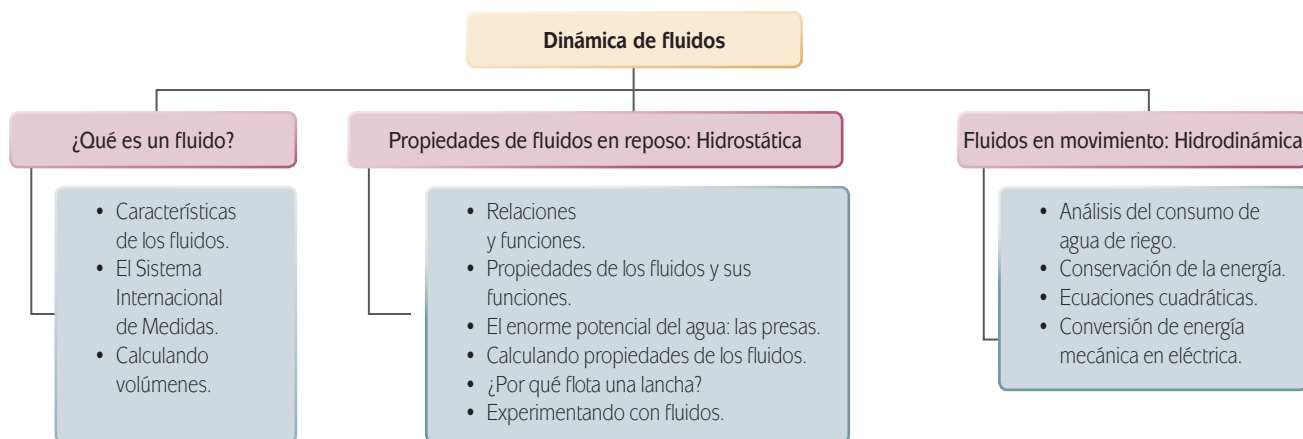
Los saberes estarán relacionados con situaciones que vives en el entorno cotidiano, pues diariamente convives con fluidos como el agua y el aire. Podrás conocer el beneficio que se obtiene de comprender las propiedades de los fluidos en el desarrollo tecnológico, conociendo el funcionamiento de una planta hidroeléctrica. Además, favorece el desarrollo de habilidades en el manejo de herramientas matemáticas que se utilizan frecuentemente en el ámbito científico.

#### glosario

**Entorno:** ambiente, lo que rodea.

### ¿Cómo organizaré mi estudio?

La unidad comprende tres secciones, a través de las cuales irás construyendo tú propio aprendizaje tomando como base los contenidos y herramientas metodológicas que se te proporcionarán. Verás que podrás adquirir aprendizajes que te permitirán entender los fenómenos o situaciones que observas diariamente.



La unidad está diseñada para cubrirse en un total de 25 horas. Te proponemos que distribuyas este tiempo de la manera siguiente:

Sección	Tiempo sugerido (horas)
1. ¿Qué es un fluido?	7
2. Propiedades de fluidos en reposo: Hidrostática	10
3. Fluidos en movimiento: Hidrodinámica	8

Se sugiere que sigas el orden dispuesto debido a que te permitirá ir construyendo saberes cada vez más complejos, pero que se basan en lo que has ido aprendiendo con anterioridad.

Para la resolución de la unidad necesitarás tu libro, hojas sueltas, lápiz, bolígrafo, borrador, sacapuntas, calculadora, material para los experimentos y muchas ganas para realizar las actividades de la unidad.

Durante las tres secciones es indispensable utilizar una computadora conectada a Internet. Si no tienes una, busca dónde podrás tener acceso a ella.

## ¿Cuáles serán los resultados de mi trabajo?

Los resultados que obtendrás son los siguientes:

En la Sección 1, denominada *¿Qué es un fluido?*, aprenderás a:

- Reconocer de manera autónoma las unidades de medición de los conceptos relacionados con los fluidos en los Sistema Inglés e Internacional, para realizar conversiones de un sistema a otro.

En la Sección 2, denominada *Propiedades de fluidos en reposo: Hidrostática*, comprenderás:

- Los conceptos: densidad, presión y flujo volumétrico para representarlos sistemáticamente mediante la aplicación de relaciones y funciones.
- Los conceptos de presión hidrostática, presión atmosférica para representarlos sistemáticamente mediante la aplicación de relaciones y funciones al observar y analizar la presencia de éstos en tu vida cotidiana.
- Las expresiones matemáticas ( $\rho = m/V$ ,  $P = F/A$ ,  $P_H = \rho gh$ ,  $E = \rho_L V L g$ ) que representan conceptos y principios que describen el comportamiento de los fluidos, para aplicarlos en problemas prácticos o experimentos relacionados con estos fenómenos físicos, presentes en tu ciudad, país o en el mundo.
- Despejar variables relacionadas con los conceptos: densidad, presión, presión hidrostática de manera analítica y sistemática en la solución de problemas de tu entorno.
- Los principios de Arquímedes y de Pascal, que describen el comportamiento de los fluidos, para representarlos sistemáticamente mediante la aplicación de relaciones y funciones al observar y analizar la presencia de éstos en tu vida cotidiana.

Asimismo:

- Utilizar de manera correcta los instrumentos de medición correspondientes a cada concepto físico estudiado en esta unidad para determinar los valores numéricos en situaciones específicas.

- Despejar variables relacionadas con los conceptos: densidad, presión, y presión hidrostática y principios: Arquímedes y Pascal de manera analítica y sistemática en la solución de problemas de tu entorno.

En la Sección 3, denominada *Fluidos en movimiento: Hidrodinámica*, aprenderás a:

- Diferenciar funciones matemáticas de primer y segundo grado utilizando los conceptos y principios de los fluidos que se abordan en esta unidad, para apoyar su comprensión
- Comprender los conceptos de: flujo volumétrico y principios: Bernoulli y Torricelli que describen el comportamiento de los fluidos, para representarlos sistemáticamente mediante la aplicación de relaciones y funciones al observar y analizar la presencia de éstos en la vida cotidiana.
- Comprender las expresiones matemáticas  $E_c = \frac{mv^2}{2}$ ,  $\frac{f_1}{a_1}$ ,  $\frac{f_2}{a_2}$ ,  $v^2 = 2gh$  que representan conceptos y principios que describen el comportamiento de los fluidos, para aplicarlos en problemas prácticos o experimentos relacionados con estos fenómenos físicos, presentes en tu ciudad, país o el mundo.
- Diferenciar funciones matemáticas de primer y segundo grado utilizando los conceptos (densidad, presión, presión hidrostática, presión atmosférica, flujo volumétrico) y principios (Arquímedes, Pascal, Bernoulli y Torricelli) de los fluidos que se abordan en esta unidad, para apoyar su comprensión.
- Utilizar de manera autónoma los conceptos y principios de los fluidos desarrollados en esta unidad en la explicación de situaciones de la vida cotidiana, para proponer líneas de acción que ayuden a mejorar tu comunidad, estado, región, país o el mundo.

Una vez que te encuentras listo para iniciar el recorrido por el maravilloso mundo de la física y las matemáticas. Abrocha tus cinturones porque arrancamos. ¡Adelante!

### INICIO



Observa la imagen. Describe brevemente lo que ves en ella.

---



---



---



---



---

Es probable que cerca de tu comunidad encuentres una instalación como ésta. ¿Sabes que es? la Presa Leonardo Rodríguez Alcaine, mejor conocida como El Cajón, ubicada en el municipio de Santa María del Oro, Nayarit. Según el diccionario, “presa” es un muro grueso de piedra u otro material que se cons-



truye a través de un río, arroyo o canal, para almacenar agua a fin de derivarla o regular su curso fuera del cauce. Ahora bien, vamos a concentrar nuestra atención en un tipo particular de presas, aquellas construídas con la intención de generar energía eléctrica.

Distingues en la fotografía las instalaciones en la parte baja del muro de concreto que forma la presa? Están ahí para generar energía eléctrica a partir del aprovechamiento del agua, por lo que al complejo se denomina planta hidroeléctrica.

De acuerdo con la Secretaría de Energía del gobierno federal, en agosto de 2010, la generación de electricidad por medio de las hidroeléctricas representó el 18% de la generación total en el país, ocupando el segundo lugar, detrás de la producción termoeléctrica.

Actualmente, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) trabaja en el proyecto de La Yesca, una central hidroeléctrica que entrará en operación a finales de 2012 y tendrá una capacidad instalada de 750 MW. Se localiza sobre el río Santiago, dentro de la Sierra Madre Occidental, entre los límites de los estados de Jalisco y Nayarit. Este proyecto forma parte del Sistema Hidroeléctrico del río Santiago, constituido por un grupo de once plantas hidroeléctricas, las cuales aprovechan el caudal del río Santiago, que tiene un potencial hidroenergético de 4,300 MW (millones de vatios, es una unidad de medida de potencia que indica cuánta energía se podría producir a cada segundo).

Es probable que hayas leído que: “La energía no se crea, ni se destruye, sólo se transforma”, así que valdría la pena preguntarse: **¿Qué tipo de energía es la que se transforma en energía eléctrica en una planta hidroeléctrica?** El mismo nombre, “hidroeléctrica”, nos da una muy buena pista de la respuesta; el secreto parece residir en el agua, ¿cierto? En esta unidad estudiaremos algunas propiedades del agua así como los mecanismos responsables del aprovechamiento del vital líquido para la generación de energía eléctrica. Todo con el fin de responder tres preguntas:

- ▣ ¿Cuáles son las características básicas de los líquidos?
- ▣ ¿Por qué se construyen presas para generar energía eléctrica?
- ▣ ¿Cómo se aprovecha el agua almacenada en una presa para generar electricidad?

¿Podrías responder alguna de estas preguntas? Construye las respuestas a partir de lo que estudies.

¡Adelante!



Para **saber** más

Sobre la Presa El

Cajón y las otras hidroeléctricas del país visita el portal electrónico Energías renovables <portal electrónico renovables.gob.mx: <http://www.renovables.gob.mx/Default.aspx?id=1653&lang=1>>

[Consulta: 12/02/2012].



#### Más información en...

Si deseas conocer más acerca del proyecto hidroeléctrico de La Yesca o del Sistema Hidroeléctrico Santiago, visita el sitio de Internet de la Comisión Federal de Electricidad: <"<http://www.cfe.gob.mx/yesca/es/Paginas/Inicio.aspx>">. [Consulta: 17/02/2012].

## SECCIÓN 1 ¿Qué es un fluido?

El agua y el gas son elementos que usamos de forma cotidiana, por lo que en la mayor parte de las construcciones se incluyen instalaciones especiales para su distribución. Te has preguntado, ¿qué propiedades físicas comparten el agua y el gas?

En física, se le denomina **fluido** a toda la materia en estado líquido o gaseoso. Pero, ¿qué **peculiaridad** caracteriza a los fluidos?, ¿en qué se parecen líquidos y gases? Ambos son fluidos. Piensa en algún tipo de líquido que conozcas, por ejemplo, agua, alcohol o aceite; ahora, piensa en algún gas, como el aire o el humo que sale de algo que se quema. Si agitarás la mano en la **superficie** del líquido o gas (fluidos) podrías mover no sólo la superficie, sino todo el material. Esto es lo que se conoce como fluir.

Es sencillo observar que los fluidos no tienen una forma propia; la leche que es contenida en un envase tiene forma de **paralelepípedo**, cuando se sirve en un vaso su forma es cilíndrica y si cae al suelo, toma una forma plana irregular. Algo similar sucede con el aire; imagina un globo alargado que, en manos de un payaso experimentado, puede tomar la forma que se quiera: un perrito, un elefante, una jirafa, etcétera. Los fluidos son sustancias cuya interacción molecular (la forma en la que sus moléculas se atraen unas a otras) es tan débil que no pueden mantener una forma definida, sino que adoptan la forma del recipiente que los contiene. En el caso particular de los gases, la **interacción** es tan débil que no son capaces siquiera de mantener un volumen constante; el espacio que ocupan cambia por sí solo y llenan el espacio de todo el recipiente que los contienen. Así el humo que sale de la cocina cuando algo se quema puede esparcirse por toda la casa.

### glosario

**Peculiar:** propio o privativo de cada persona o cosa.

**Superficie:** magnitud que expresa la extensión de un cuerpo en dos dimensiones, largo y ancho.

**Paralelepípedo:** sólido limitado por seis paralelogramos, cuyas caras opuestas son iguales y paralelas.

**Interacción:** acción que se ejerce recíprocamente entre dos o más objetos, agentes, fuerzas, funciones, etcétera.

Estado de la materia		Forma	Volumen
	Sólido	Constante	Constante
Fluidos	Líquido	Adopta la forma del recipiente que lo contiene	Constante
	Gaseoso	Adopta la forma del recipiente que lo contiene	Llena todo el espacio del recipiente que lo contiene



El hecho de que un gas no posea volumen propio, afecta enormemente a las personas que viven en ciudades, o cerca de centros industriales, debido a que la emisión de gases contaminantes se dispersa por el aire, sin restringirse únicamente a la zona de producción de dicha contaminación.

## Características de los fluidos

Pensemos por unos instantes, ¿cómo se puede describir a una persona? Seguramente te ha sucedido que después de platicarle a un amigo que tienes una prima muy alta, cuando por fin la conoce te dice: "no es tan alta, me la imaginaba diferente". Si quieres evitar este tipo de confusiones, resultaría más conveniente decir, tengo una prima que mide 1.72 m de estatura, es decir, tendrías que asociar la estatura de tu prima con un número que permita formarse una imagen precisa. Lo mismo ocurre en el **contexto** de la ciencia: vale más hablar de **sistemas** en términos de números para obtener una descripción exacta. Los fluidos tienen tres atributos: compresibilidad, viscosidad y densidad.

Se dice que un fluido es **compresible** si disminuye su volumen al aplicarle una fuerza, es decir, si se hace más pequeño al apretarlo; los gases son ejemplos de fluidos muy compresibles. Para poder observar la compresibilidad, toma una jeringa sin aguja, levanta el émbolo para que el interior quede lleno con aire, cubre la salida fuertemente con un dedo (procurando que el contenido de la jeringa no pueda salir) y aprieta el émbolo lo más que puedas, tratando de bajarlo; como pudiste experimentar, el aire en el interior de la jeringa se comprime (reduce su volumen) al aplicarle una fuerza, lo que demuestra que el aire es un fluido compresible. Ahora repite el procedimiento llenando la jeringa con agua; al hacerlo, podrás observar que es imposible mover el émbolo por más fuerza que le apliques, indicativo de que el agua es un fluido no compresible, es decir, **incompresible**. Más adelante estudiaremos que esta propiedad del agua hace posible que se pueda generar electricidad con ella.

La **viscosidad** se refiere a la dificultad que tiene un fluido de moverse libremente. Imagina que eres una pequeña porción de fluido, ¿podrías moverte con la misma facilidad a través de una alberca llena de agua que una llena de miel?, ¿qué tal si la alberca en lugar de miel tuviese de chapopote (asfalto)? la viscosidad de la miel es mayor que la del agua y el chapopote es un líquido mucho más viscoso todavía. ¿Sorprendido(a)? El material que recubre las calles y carreteras es en realidad una mezcla de un fluido muy viscoso combinado con grava; el chapopote es tan viscoso, que incluso parece un material sólido.

La **densidad** de un objeto se define como la relación que existe entre su masa y el volumen que ocupa. Dicho de otra manera, la densidad nos dice qué tan compacta o extendida se encuentra la materia de cierto cuerpo; una densi-

### glosario

**Contexto:** entorno físico o de situación, ya sea político, histórico, cultural o de cualquier otra índole, en el cual se considera un hecho.

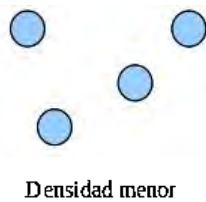
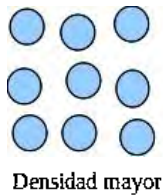
**Sistema:** conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí.



### Más información en...

El chapopote o asfalto constituye la fracción más pesada del petróleo. En México, la explotación y producción de petróleo y sus derivados es desarrollada por Petróleos Mexicanos (Pemex), empresa pública creada en 1938. Visita el sitio de Internet de la empresa para conocer su estructura, actividades y productos: "<http://www.pemex.com>." [Consulta: 17/02/2012].

dad mayor indica que a nivel atómico las partículas se encuentran muy amontonadas, como un racimo de uvas, pero si la densidad es pequeña, las partículas están más separadas entre sí. Puedes pensarlo así: para celebrar un evento importante, como terminar de estudiar la preparatoria, puedes planear una gran fiesta en tu casa, con familiares, amigos y vecinos; si imaginamos que las personas son átomos, observamos que tenemos muchos de ellos dentro de cierto espacio, por lo que el material formado por esas personas tendrá una densidad mayor. Por el contrario, si organizas una pequeña reunión un fin de semana, con tres o cuatro amigas y amigos, habrá un número menor de átomos distribuidos en el mismo espacio, por lo que eliminar la densidad será menor que en una fiesta concurrida.



Más adelante profundizaremos en el estudio de la densidad. Por el momento nos concretaremos a definir las dos variables físicas que posee todo objeto en nuestro universo (no sólo los fluidos): masa y volumen. La **masa** se refiere a la cantidad de materia que tiene un cuerpo, lo que quiere decir que nos da una medida aproximada de la cantidad de partículas subatómicas (protones, neutrones y electrones) que tiene un objeto. Las unidades de medida que se utilizan comúnmente para la masa son los kilogramos, kg. Por otro lado, el **volumen** corresponde a la medida del espacio en tres dimensiones que ocupa un cuerpo. Las dimensiones se refieren a lo largo, lo ancho y lo alto, por lo que la unidad de medida del volumen es metro elevado al cubo,  $m^3$ .

### Gestión del aprendizaje

Es importante tener en cuenta que aunque en el uso cotidiano llamemos peso a la masa, en el lenguaje de la física son conceptos distintos. Masa se refiere a la materia contenida en un cuerpo, mientras que el peso lo hace a la fuerza con la que los objetos son atraídos a la Tierra (la razón por la cual estamos pegados al piso). Hoy se habla de la masa corporal del paciente y no de su peso.

### glosario

**Fenómeno:** toda manifestación que se hace presente a la consciencia de un sujeto y aparece como objeto de su percepción.

Tanto en la vida cotidiana, como en la física, medir es muy importante para analizar **fenómenos** y procesos. Piensa cuántas veces utilizaste unidades de medida el día de hoy, ¿viste la hora en tu reloj, fuiste al mercado a comprar alimentos?

Detengámonos un instante a repasar algunas ideas importantes sobre la medición.

## El Sistema Internacional de Medidas

La comunidad científica internacional se ha puesto de acuerdo para definir un sistema de unidades que se use en todo el mundo, llamado **Sistema Internacional de**

**Unidades**, también denominado Sistema Internacional de Medidas. Este sistema incluye las siguientes unidades fundamentales de medida.

Magnitud física	Unidad fundamental	Símbolo de la unidad
Longitud	metro	m
Tiempo	segundo	s
Masa	kilogramo	kg
Intensidad de corriente eléctrica	amperio	A
Temperatura	kelvin	K
Cantidad de sustancia	mol	mol
Intensidad luminosa	candela	cd



Estás trabajando para reconocer de manera autónoma las unidades de medición de los conceptos relacionados con los fluidos en los sistemas inglés e internacional para realizar conversiones de un sistema a otro.



Consulta la página de Internet del Centro Nacional de Metrología, <http://www.cenam.mx>, organización mexicana encargada de la administración de los patrones de medida. Dentro del sitio del CENAM encontrarás una pestaña que dice “Información sobre metrología” y en el menú que se **despliega** al colocar el puntero sobre ella se encuentra una opción que dice “Sistema Internacional de Unidades”. Revisa el contenido de la página y completa el siguiente cuadro con las definiciones de cada una de las unidades fundamentales del Sistema Internacional de Medidas; en caso de que no puedas consultar el sitio electrónico del CENAM, puedes utilizar cualquier buscador de Internet con las palabras “Sistema Internacional de Medidas” y buscar información referente a la definición de las unidades de medida. También puedes recurrir a algún libro de texto de física, química o biología. Es probable que no comprendas del todo la definición, sin embargo, lo importante es que tengas un primer acercamiento con la importancia de tener unidades de medida bien definidas.

Utiliza el siguiente cuadro para organizar la información localizada, escribiendo la definición formal de cada unidad de medida.

Unidad fundamental	Definición
Metro	
Segundo	
Kilogramo	
Amperio	
Kelvin	
Mol	
Candela	

Consulta el Apéndice 1 para cotejar tus respuestas.

**glosario**

**Desplegar:** desdoblar, extender lo que está plegado.



### glosario

**Mecanismo:** proceso, conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial.

### UN MOMENTO DE REFLEXIÓN

Vale la pena reflexionar por qué son necesarias unidades de medición precisas. Imagina que se toma la decisión de medir distancias tomando como unidad de medida la longitud del brazo de cada persona. Compara el tamaño de tu brazo con el de alguien que tengas cerca, ¿son iguales o diferentes?, ¿cómo podrían ponerse de acuerdo en el tamaño de un objeto si cada quién mide algo diferente? Esta es la razón por la que la definición de las unidades de medida es tan minuciosa.

Anteriormente se ha mencionado que las unidades de medición utilizadas en México forman parte del Sistema Internacional de Medidas, sistema adoptado por casi la totalidad del mundo, excepto, los países angloparlantes, como Inglaterra y Estados Unidos de América (EUA). Dado que muchos de los avances tecnológicos proceden de estos países, es necesario conocer un **mecanismo** que nos permita hacer la conversión entre unidades de medición de los distintos sistemas.

El mecanismo más simple de conversión de unidades es el siguiente:

**Paso 1:** Identifica la equivalencia que existe entre las unidades que quieres cambiar, por ejemplo, si quieres convertir una masa de 150 libras (*lb*) a kilogramos (*kg*), deberás ubicar la equivalencia entre libras y kilogramos. En este caso particular,

$$1\text{ lb} = 0.4536\text{ kg}$$

**Paso 2:** Divide las unidades que son equivalentes, dividiendo la unidad que quieres obtener (en este caso 0.4536kg) entre la unidad que tenías originalmente (1lb). Para el ejemplo que estamos trabajando, debemos realizar la siguiente operación:

$$\frac{0.4536\text{ kg}}{1\text{ lb}} = 0.4536\text{ kg/lb}$$

**Paso 3:** Multiplica la cantidad que acabas de calcular por la medida que quieres convertir. En nuestro caso,  $150\text{ lb} (0.4536\text{ kg/lb}) = 68.04\text{ kg}$ .

De esta forma puedes convertir cualquier tipo de unidades, lo único que debes conocer es la equivalencia entre ellas. Es muy importante cuidar que las unidades que se van a convertir se refieran a la misma variable física, es decir, una unidad de longitud en el Sistema Inglés sólo puede convertirse en una unidad de longitud del Sistema Internacional.



Debido a la cercanía que existe entre nuestro país y los Estados Unidos frecuentemente nos encontramos que las unidades de medida se expresan en el Sistema Inglés, por lo que es necesario saber convertir unidades. ¡Pon a prueba tus conocimientos y habilidades! Completa el siguiente cuadro convirtiendo unidades al Sistema Internacional y al Sistema Inglés, según corresponda. Si requieres algún apoyo sobre las equivalencias consulta el Apéndice 4, *Tabla de conversiones*. Comprueba tus resultados en el Apéndice 1.

### Asesoría

Puedes practicar el proceso de conversión de unidades echando mano de sitios en Internet que tienen programas que hacen la conversión de manera automática. Prueba a visitar el sitio: <http://www.convertworld.com/es/> para que practiques las habilidades que has adquirido en los cálculos necesarios.

Medida	Convertir a:
30 yardas	metros
58 kilogramos	libras
0.7 pulgadas	milímetros
5.4 galones	litros
0.8 kilómetros	pies
450 gramos	onzas

Puedes comprobar tus resultados comparándolos con los del cuadro que se incluye en el Apéndice 1.



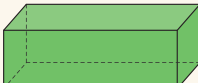
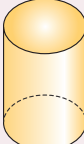
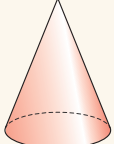
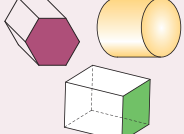
¡Recuerda que en el examen para acreditar este módulo deberás realizar conversiones sin la ayuda de herramientas informáticas! Práctica las operaciones con calculadora o en su caso realízalas sin apoyo de herramienta alguna.



### Calculando volúmenes

Dado que un fluido tiende a ocupar la totalidad del recipiente que lo contiene es necesario calcular el volumen de diversos cuerpos geométricos simples, para poder resolver problemáticas relacionadas con fluidos contenidos en envases. Estudiaremos volúmenes como  **cubos, ortoedros, esferas, cilindros, conos y prismas.**

En la siguiente tabla descriptiva encontrarás información necesaria para identificar algunos cuerpos geométricos regulares y la manera de calcular el volumen de ellos.

Cuerpo	Esquema	Descripción	Volumen
Esfera		Sólido delimitado por una superficie curva, cuyos puntos equidistan todos de otro interior, llamado centro.	$V = \frac{4}{3} \pi \times r^3$
Cubo		Sólido regular limitado por seis cuadrados iguales.	$V = \text{lado}^3$
Ortoedro		Sólido limitado por seis caras opuestas que son rectangulares y forman ángulos rectos entre sí.	$V = \text{largo} \times \text{ancho} \times \text{alto}$
Cilindro		Cuerpo limitado por una superficie cilíndrica cerrada y dos planos que la cortan.	$V = \pi \times \text{radio}^2 \times \text{altura}$
Cono		Cuerpo generado por el giro de un triángulo rectángulo alrededor de uno de sus catetos.	$V = \frac{\pi \times \text{radio}^2 \times \text{altura}}{3}$
Prisma		Sólido determinado por dos polígonos paralelos llamados bases y por tantos paralelogramos como lados tengan las bases.	$V = \text{Área de la base} \times \text{altura}$

### Gestión del aprendizaje

Una tabla descriptiva es un tipo de modelado de información. En ella, los contenidos se organizan en filas y columnas. Los elementos que se ubican sobre la misma fila comparten un atributo común, lo mismo sucede con las columnas. Esta configuración te puede ayudar para identificar las relaciones que hay entre distintos conceptos de manera más fácil.

Ejemplo:

Material	Calor específico (cal/g °C)	Calor latente de fusión (cal/g)	Calor latente de evaporación (cal/g)
Agua	1.00	80	540
Mercurio	0.033	2.8	65

Vamos a detallar paso a paso el proceso de resolución de problemas relativos al cálculo de volúmenes analizando un ejemplo:

Es probable que en tu casa, o en casa de alguien conocido encuentres un tanque de gas LP.

Este tipo de tanques cilíndricos (aunque no es un cilindro exactamente, se puede aproximar a uno) se utilizan para almacenar el combustible que permite encender la estufa o calentar el agua con ayuda del calentador.

¿Podrías calcular el volumen de gas que puede almacenar un tanque de gas LP si tiene un radio aproximado de 0.15 m y una altura aproximada de 1.4 m?

*Solución:*

Paso 1: Relaciona el objeto cuyo volumen quieres calcular con uno de los cuerpos del geométrico. En este caso, la tarea es muy simple pues el tanque tiene forma cilíndrica, al menos aproximadamente.

Paso 2: Identifica las variables necesarias para calcular el volumen del cuerpo, por ejemplo, su altura, su radio, su longitud, etcétera; es posible que para obtener esa información debas realizar algunos cálculos adicionales.

En nuestro problema, para calcular el volumen de un cilindro, es necesario conocer su radio y su altura, información que se da de manera explícita en el problema. El radio tiene un valor  $r = 0.15$  m y una altura de  $h = 1.4$  m.

Paso 3: **Sustituye** los valores de las variables conocidas en la ecuación correspondiente y realizar los cálculos necesarios para obtener el valor de la variable desconocida:

$$V = \pi \times r^2 \times h = 3.14 (0.15 \text{ m})^2 1.4 \text{ m} = 0.099 \text{ m}^3$$





Paso 4: Expresa el resultado en las unidades de medida según el tipo de variable que se calcula; El tanque de almacenamiento de gas tiene una capacidad de  $0.099 \text{ m}^3$ , o lo que es lo mismo, después de poner en práctica nuestras habilidades para convertir unidades, 99 litros.

Siguiendo estos pasos encontrarás que resolver este tipo de problemas resulta una tarea bastante fácil.

¡Pon a prueba tus conocimientos y habilidades!

**glosario**

**Sustituir:** poner a alguien o algo en lugar de otra persona o cosa.



**Actividad 3**

Resuelve los siguientes problemas aplicando lo aprendido sobre el cálculo de volúmenes.

- 1) Calcula el volumen de una habitación que tiene 5 m de largo, 4 m de ancho y 2.5 m de alto.

---



---



---

- 2) Un tanque de almacenamiento de agua tiene 8 m de largo, 6 m de ancho y 1.5 m de profundidad. ¿Cuántos litros de agua serán necesarios para llenarlo?

---



---



---

- 3) En un almacén de dimensiones 5 m de largo, 3 m de ancho y 2 m de alto queremos guardar cajas con las dimensiones 100 cm de largo, 60 cm de ancho y 40 cm de alto. ¿Cuántas cajas podremos almacenar?

---



---



---

- 4) Calcula la altura de un prisma que tiene como área de la base  $12 \text{ dm}^2$  y 48 l de capacidad. Para este problema, te resultará útil saber que  $1 \text{ dm}^3$  es equivalente a un litro (l).

---



---



---

- 5) ¿A qué altura deberá llegar el agua que se vierte en una probeta de 3 cm de radio para que su volumen sea igual al volumen de cuatro cubitos de hielo de 4 cm de lado?

---



---



---



---

### Más información en...

La Comisión Nacional del Agua, CONAGUA, es un organismo público cuyo objetivo es administrar y preservar las aguas nacionales, con la participación de la sociedad, para lograr el uso sustentable del recurso. Si requieres información referente a cuerpos de agua en el país (ríos, lagos, presas, aguas subterráneas, etcétera), visita el sitio: <http://www.cna.gob.mx/>

Para evaluar tu capacidad de calcular volúmenes, revisa tus respuestas consultando el Apéndice 1.

Al decidir el lugar de instalación de una presa, los ingenieros deben determinar el volumen de almacenamiento que podría alcanzar. Por ejemplo, de acuerdo con datos proporcionados por la Comisión Nacional del Agua, la presa El Cajón tiene una capacidad de almacenamiento de 2069 millones de metros cúbicos de agua.

Hasta el momento, hemos estudiado algunas de las características básicas de los fluidos. Recuerda que los fluidos abarcan tanto a líquidos, como a gases, así que evidentemente el agua en una presa es un fluido. La densidad del agua dulce (sin sales) a nivel del mar y a una temperatura de 4°C es de 1000 kg/m<sup>3</sup>, lo que quiere decir que un metro cúbico de agua tendrá una masa de 1000 kg. Un metro cúbico equivale al volumen de un cubo cuyos lados miden un metro, así que, ¿te puedes imaginar la masa del agua que se almacena en una presa como El Cajón? Si esa enorme cantidad de agua se soltara de golpe podría destruir poblaciones enteras a su paso, sin embargo, aprovechándola racionalmente puede servir para la generación de electricidad. Continuemos.



Estás trabajando para comprender los conceptos densidad, presión y flujo volumétrico para representarlos sistemáticamente mediante la aplicación de relaciones y funciones.

## SECCIÓN 2. Propiedades de fluidos en reposo: Hidrostática

El trabajo de generación eléctrica que se realiza en una instalación como la planta hidroeléctrica de El Cajón requiere calcular la cantidad de agua almacenada, la cantidad de agua que pasa a través de la presa, la energía generada, etcétera. Para que los ingenieros puedan conocer con precisión los datos necesarios para un óptimo funcionamiento de la planta, es evidente que tienen que relacionar algunas variables físicas: el volumen de agua almacenada, el volumen de líquido que pasa por la presa, la potencia de los generadores, etcétera. En física existen una infinidad de relaciones entre variables, por lo que vale la pena profundizar en el tema, comenzando por definir qué es una relación.

## Relaciones y funciones

Probablemente al elegir la ropa que vas a usar tienes ya ciertas combinaciones hechas previamente; por ejemplo, si vas a usar un pantalón negro, de antemano sabes que deberás usar tal o cual camisa. Al tomar este tipo de decisiones, estamos formando parejas de elementos que están relacionados. Susana, una estudiante de preparatoria como tú, tiene formadas las siguientes parejas de ropa:

- ▣ La blusa blanca con el pantalón de mezclilla
- ▣ La blusa gris, también con el pantalón de mezclilla
- ▣ La blusa lila con el pantalón azul.

Susana está tomando una blusa, a la que le asocia un pantalón, es decir, relaciona las blusas con los pantalones.

En el lenguaje de las matemáticas, se define el término **conjunto** como una agrupación de elementos que tienen una propiedad común. Usualmente, los conjuntos se representan con letras mayúsculas y los elementos se agrupan dentro de llaves, se separan con comas. Por ejemplo:

$M = \{\text{perro, gato, canario}\}$  se refiere al conjunto llamado  $M$  que incluye a los elementos perro, gato y canario.

Por otro lado, una **relación** entre el conjunto  $A$  (llamado dominio) y el conjunto  $B$  (llamado contradominio) se define como el conjunto de pares ordenados  $(a, b)$  que se forman con los elementos de  $A$  puestos en primer lugar y los de  $B$  en segundo.

En el caso de la ropa de Susana podemos decir que se establece una relación entre el conjunto de blusas (el dominio), al que llamaremos  $B = \{\text{blusa blanca, blusa gris, blusa lila}\}$  y el conjunto de pantalones (el contradominio),  $P = \{\text{pantalón de mezclilla, pantalón azul}\}$ . Los elementos de estos conjuntos tienen una propiedad en común: en el caso del conjunto  $B$ , todos los elementos son blusas de Susana, mientras que en el conjunto  $P$ , todos los elementos son pantalones de Susana. La relación que mencionamos entre ellos se escribe como el conjunto  $R = \{(\text{blusa blanca, pantalón de mezclilla}), (\text{blusa gris, pantalón de mezclilla}), (\text{blusa lila, pantalón azul})\}$  y corresponde a las posibles combinaciones. En ocasiones, es más fácil visualizar las relaciones utilizando **diagramas sagitales**.

### Gestión del aprendizaje

Es necesario tener en cuenta que aunque definimos el concepto de relación entre el conjunto  $A$  y el conjunto  $B$ , en realidad,  $A$  y  $B$  son letras que representan cualquier conjunto. Podemos hablar de la relación entre el conjunto  $R$  y  $S$ , o el conjunto  $J$  y  $A$ ; la única restricción es que al formar los pares ordenados, el primer elemento pertenezca al primer conjunto que se menciona en la relación y el segundo al otro.

Recuerda lo que aprendiste acerca del lenguaje algebraico en el módulo *Representaciones simbólicas y algoritmos*.

Un diagrama sagital es:

- ▣ Una representación gráfica que facilita el análisis de las relaciones.

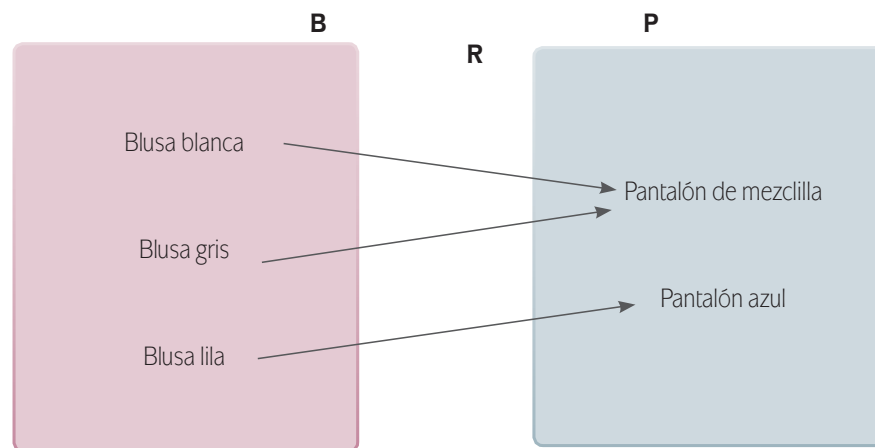
Las partes que lo conforman son:

- ▣ Dominio: se escriben los elementos del dominio dentro de un círculo que sirve para representar el conjunto.
- ▣ Contradominio: se escriben los elementos del contradominio dentro de un círculo que se coloca al lado derecho del dominio.
- ▣ Flechas: se utilizan flechas para representar cada una de las parejas de la relación; la flecha sale de los elementos del dominio y terminan en los elementos que les corresponden en el contradominio.

Para elaborarlo necesitamos:

Trazar el dominio y contradominio, para después dibujar la flecha correspondiente para cada elemento de la relación.

El diagrama sagital de la relación  $R$  que definimos entre las blusas y los pantalones de Susana, se presenta de la siguiente manera:



Sabemos que los elementos de un conjunto tienen una propiedad común; en el caso de la relación esa propiedad es la regla que se sigue para definirla. Por ejemplo, en el caso de la relación  $R$ , cuyo diagrama acabamos de construir, las parejas se relacionan debido a que son prendas de vestir que combinan entre ellas. Cada una de las flechas que se dibujaron en el diagrama se podrían interpretar como un “combina con”, es decir, podemos interpretar que:

“la blusa blanca combina con el pantalón de mezclilla”

“la blusa gris combina con el pantalón de mezclilla”

“la blusa lila combina con el pantalón azul”

En cambio, como la pareja de blusa lila y pantalón de mezclilla no existe, se puede decir que “la blusa lila NO combina con el pantalón de mezclilla”.

Es muy importante darle siempre una interpretación real a todos los elementos que manejes en matemáticas, de lo contrario, podrá parecer una disciplina abstracta, ajena a ti, cuando en realidad es una herramienta útil para entender el mundo que te rodea.

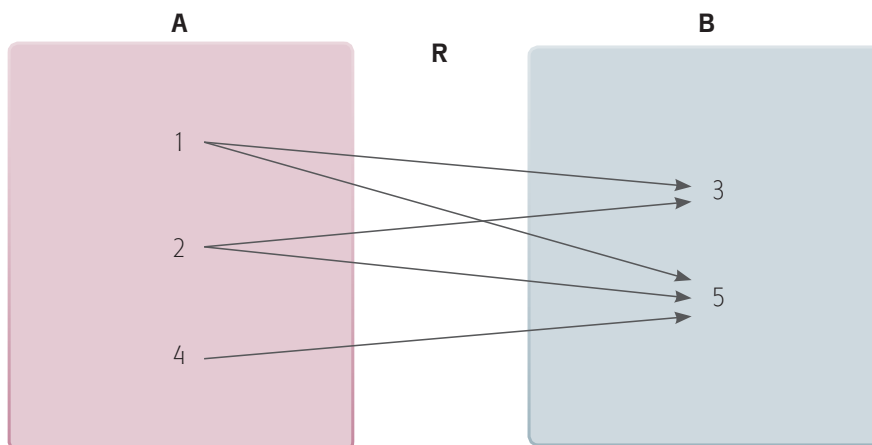
Veamos un ejemplo de cómo construir una relación y su respectivo diagrama sagital. Se tiene la siguiente información: Dominio:  $A = \{1,2,4\}$ . Contradominio:  $B = \{3,5\}$ . La relación  $R$  se forma con los elementos del dominio que son menores que los elementos del contradominio.

Veamos el proceso que debemos seguir paso a paso:

En este ejemplo vamos a definir que la relación  $R$  está formada por todas las parejas de números que se pueden lograr entre los conjuntos  $A$  y  $B$  siempre que el elemento de  $A$  sea menor que el elemento de  $B$ , recuerda que pueden existir otras reglas para poder definir una relación. Un primer ejemplo se tiene con los números 1 y 3, ya que  $1 < 3$  (se lee: uno es menor que tres); esto hace que el par ordenado  $(1,3)$  sea parte de la relación. Otro par ordenado que es parte de la relación es  $(1,5)$ , debido a que  $1 < 5$ , están también los pares  $(2,3)$  y  $(2,5)$ , ¿falta alguno? Efectivamente, el par  $(4,5)$ . Observa como no todas las parejas que se forman entre elementos de  $A$  y  $B$  son parte de la relación, por ejemplo,  $(4,3)$  no es parte de la relación, ya que esta pareja no satisface la condición, cuatro no es menor que tres.

Agrupando todas las parejas de la relación obtenemos el conjunto. Vale la pena señalar el hecho de que el primer elemento de la pareja debe pertenecer al conjunto  $A$  y el segundo a  $B$ ; por esa razón no puede existir la pareja  $(3,4)$  en la relación.

Ahora, para construir el diagrama sagital debemos ubicar los respectivos elementos en el dominio y contradominio e indicar con flechas la relación entre ellos tal y como se observa en el siguiente ejemplo:





Identifica los elementos de las siguientes relaciones y elabora un diagrama sagital que represente a cada una de ellas:

- 1) Dominio:  $C = \{1,2,3\}$ . Contradominio:  $D = \{4,5,6\}$ . La relación se forma con los elementos del dominio que son la mitad de algunos de los elementos del contradominio.
  
- 2) Dominio:  $E = \{5,9\}$ . Contradominio:  $F = \{6,7,10\}$ . La relación se forma con los elementos del dominio que son mayores que los elementos del contradominio.
  
- 3) Dominio:  $G = \{1,2,4\}$ . Contradominio:  $H = \{1,4,9\}$ . La relación se forma con los elementos del dominio elevados al cuadrado que se encuentran en el contradominio.
  
- 4) Dominio:  $J = \{a,b\}$ . Contradominio:  $K = \{6,9,100\}$ . Todos los elementos del dominio se relacionan con todos los elementos del contradominio.

Revisa tus resultados. Marca con una "X" en la columna **Sí** si los resultados cumplen, y en la columna **No**, según corresponda:

Aspectos relevantes	Sí	No
El primer elemento de las parejas en la relación pertenece al dominio		
El segundo elemento de las parejas en la relación pertenece al contradominio		
Todas las parejas satisfacen la regla de relación		
En el diagrama sagital aparecen todos los elementos del dominio y contradominio		
Todas las parejas de la relación están representados en el diagrama		
¿Puedes expresar claramente la relación que existe entre cualesquiera par de elementos (x,y)?		

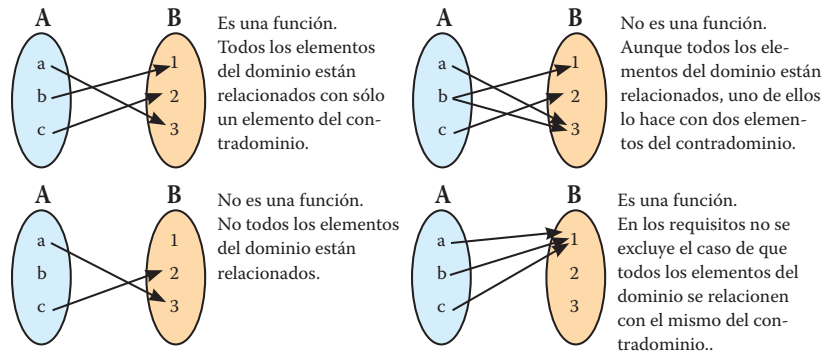
En caso de haber marcado **Sí** todos los elementos de la lista, puedes seguir adelante con la confianza de haber comprendido plenamente las generalidades de las relaciones. De lo contrario, revisa tu proceder hasta encontrar el origen de la equivocación; vuelve al ejemplo que hemos desarrollado y consulta las respuestas que se incluyen en el Apéndice 1. Si todavía tienes dudas busca el apoyo de una persona cercana a ti que cuente con conocimientos de matemáticas y física, o bien acude a los Centros de Servicios de Preparatoria Abierta, en los que podrás solicitar el servicio de asesoría académica.

Ahora bien, existe un tipo especial de relación llamada **función**, la cual satisface un par de requisitos adicionales:

- 1) Todos los elementos del dominio están relacionados.
- 2) Los elementos del dominio se relacionan solamente con un elemento del contradominio.

En una relación:	En una función:
Se forman parejas ordenadas (a,b), en las que a es un elemento del dominio y b del contradominio.	Se forman parejas ordenadas (a,b), de tal forma que todos los elementos del dominio están relacionados solamente con un elemento del contradominio.

A manera de ejemplo se muestran en la siguiente imagen los diagramas sagitales de algunas relaciones que pueden considerarse como funciones y otras que no.



Es importante conocer el lenguaje especial que se emplea para denotar las funciones. Usualmente, las funciones se representan con las letras  $f, g, h$ ; para decir que existe una función ( $f$ ) entre los elementos de un conjunto A y los de un conjunto B, escribimos:

También es frecuente encontrar una expresión algebraica explícita para las funciones, por ejemplo, una función  $f$ , definida entre dos conjuntos de números reales, puede escribirse como  $f(x) = 2x + 1$ . Esta expresión quiere decir que para

encontrar a los elementos de la función  $f$ , es necesario multiplicar por 2 a los elementos del dominio y sumarle 1 al producto.

Seguramente ya te diste cuenta que existen muchas relaciones y funciones que se pueden encontrar al analizar el funcionamiento de una presa, por ejemplo, hay una relación entre la altura de la cortina de concreto que la forma y el volumen de agua que puede almacenar: en el mismo lecho de captación de agua, una cortina de poca altura almacenará poca agua, pero mientras más alta sea la cortina, mayor capacidad tendrá. Por otro lado, hay una función entre la cantidad de energía producida por la presa y el tiempo transcurrido en que se produce la energía bajo las mismas condiciones, pues para cada intervalo hay un solo valor de energía producida, incluso si no hay producción (en ese caso el valor sería cero). Aunque en este momento solamente hemos hablado de relaciones y funciones en general, conforme vayamos avanzando en el estudio de la unidad iremos familiarizándonos con el concepto y estudiaremos la forma más adecuada de trabajar con ellas.

#### Gestión del aprendizaje

En ocasiones diversas encontrarás conceptos físicos que se definen como una función, aunque no se cumpla con todo el formalismo del que acabamos de hablar. Esto se debe a que es más práctico no hacerlo, sin embargo, debes estar al tanto de todo lo que hay detrás. Por ejemplo, al definir la densidad, el concepto se asocia con la ecuación:  $M = D V$ , en donde  $M$  se refiere a la masa,  $D$  a la densidad y  $V$  al volumen. Formalmente, se debería escribir como una función  $M$  definida del conjunto de todos los valores posibles de volumen hacia el conjunto de todos los valores posibles de masa,  $M(V) = D V$ , aunque por ser más sencillo, escribimos solo  $M = D V$ .



Estás trabajando para comprender los conceptos: densidad, presión y flujo volumétrico para representarlos sistemáticamente mediante la aplicación de relaciones y funciones.

#### glosario

**Dependencia:** relación de origen o conexión.

**Parámetro:** variable que, incluida en una ecuación, modifica el resultado de ésta.

## Propiedades de los fluidos y sus funciones

Las funciones resultan herramientas indispensables para en el estudio de los sistemas naturales pues permiten establecer la **dependencia** entre diversas variables. Veamos algunos ejemplos de funciones entre variables que hacen referencia a los fluidos.

Existen dos variables básicas en el estudio de sistemas físicos: la densidad y la presión.

En primer lugar, estudiemos la densidad. La densidad relaciona la masa con el volumen de un objeto, sin embargo, vamos a darle un enfoque distinto al concepto. La densidad de un mismo material es siempre la misma, sin importar la forma o tamaño del objeto, por ejemplo, la densidad de un pequeño tornillo de cobre es exactamente la misma que la de un enorme tubo del mismo material. Si consideramos entonces que la densidad es un **parámetro** constante que relaciona la masa y el volumen, encontramos nuestro primer ejemplo de una función. Por un lado, tenemos el conjunto de valores de masa que puede tener un cuerpo y, por el otro, el conjunto de



valores de volumen; para todo valor de masa, corresponde un volumen, puesto que todo cuerpo material ocupa un espacio en el universo. Además, cada valor de masa, está relacionado con solo un valor de volumen, por lo que podemos concluir que para cualquier objeto, la masa es una función del volumen.

Comprueba lo anterior con el siguiente experimento. Levanta una pequeña botella con medio litro de agua, después, levanta un envase con cinco litros de agua y por último un garrafón con 18 litros de agua. ¿Qué diferencia encontraste? Ahora, ¿qué pensarías si alguien tratara de venderte un garrafón de agua y al levantarlo pareciera que estás levantando una pequeña botella de medio litro? Seguramente concluirías que esa persona intenta engañarte, puesto que un volumen grande de agua se corresponde con una masa grande.

Las funciones se representan generalmente en forma de ecuaciones como es el caso de la densidad. Si  $M$  representa la masa,  $V$  el volumen y  $D$  la densidad, podemos escribir entonces la función:

$$M = D \cdot V$$

#### Gestión del aprendizaje

Un agujero negro es, en teoría, la materia más densa que existe en el universo. Se refiere a una región del espacio caracterizada por una gran concentración de masa dentro de un volumen muy pequeño. La cantidad de masa es tan grande, que genera un campo gravitatorio tal que ninguna partícula material, ni siquiera los fotones de luz, pueden escapar de él.

Esta ecuación se comprende si tomamos en cuenta que la densidad se refiere a la relación de la masa de un objeto entre su volumen, así que si queremos conocer la masa del objeto, deberemos multiplicar la densidad por el volumen.

Más adelante aprenderemos a manipular este tipo de expresiones para utilizarlas en la solución de problemas. Por lo pronto, vale la pena conocer las distintas posibilidades que se derivan de la ecuación anterior, por ejemplo, si lo que se busca es conocer la densidad de un material se utiliza:

$$D = \frac{M}{V}$$

Pero, si se quiere conocer el volumen del objeto, entonces se utiliza:

$$V = \frac{M}{D}$$



#### Para saber más

Uno de los materiales más densos que encontramos en el planeta es el Iridio, teniendo una densidad de  $22,500 \text{ kg/m}^3$ . Por el contrario, uno de los materiales más ligeros es llamado aerogel, sustancia compuesta casi en su totalidad por aire, con una densidad de  $3 \text{ kg/m}^3$ .



#### Para saber más

En el lenguaje matemático existe una notación especial para escribir las funciones. Es probable que hayas visto este tipo de notación:  $y = f(x)$ , que significa que existe una función entre los elementos del dominio, representados por  $x$ , con los elementos del contradominio, representados por  $y$ . La función se representa con la letra  $f$ . Si queremos aplicar esta notación al ejemplo del texto, el que la masa es una función del volumen, escribiéramos:  $M = f(V)$ .

Ahora, continuemos con la revisión del concepto **presión**. Las mujeres están muy familiarizadas con un fenómeno curioso: cuando caminan con zapatillas por el pasto, los tacones se clavan en la tierra. ¿Por qué no sucede lo mismo si se usa calzado de suela plana a pesar de ser la misma persona quien camina por el pasto? Las variables que entran en juego en la presión son la fuerza que se ejerce sobre cierto objeto y la superficie sobre la que se distribuye dicha fuerza. Existe también una función que relaciona la fuerza aplicada y la superficie sobre la que se distribuye dicha fuerza, la cual se escribe como:

$$F = P \cdot A$$

en donde  $F$  representa a la fuerza,  $P$  a la presión y  $A$  el área. En este caso, el conjunto de valores de fuerza se encuentra en función de los valores del conjunto de área, además de que para cada valor de fuerza existe uno de presión si mantenemos la presión constante.

Las funciones son herramientas de gran utilidad, pues implícitamente, sabes que cuando trabajas con una función existe una única pareja de valores que satisface cierta condición, por lo que al conocer uno de los valores, automáticamente podrás obtener el otro. ¡De ahí la importancia de las funciones en el estudio de la física!

Para recuperar la información más importante que acabamos de estudiar, elaboremos un cuadro resumen.

Con base en lo que has aprendido, regresemos a nuestro problema de estudio: ¿Por qué se construyen presas para generar energía eléctrica?

### Gestión del aprendizaje

Un cuadro resumen, como su nombre lo indica, estructura un resumen de un tema dado en una forma sintética, organizando los contenidos esenciales en una matriz rectangular. En la parte superior se anotan los elementos que se describirán en la parte inferior.

Magnitud física	Definición	Variables involucradas	Función entre las variables
Densidad	Relación que existe entre la masa de un cuerpo y su volumen.	Densidad (D) Masa (M) Volumen (V)	$D = \frac{M}{V}$
Presión	Relación entre la fuerza que se aplica sobre una superficie y el área sobre la cual se distribuye.	Presión (P) Fuerza (F) Área (A)	$P = \frac{F}{A}$

## El enorme potencial del agua: las presas

¿Alguna vez has observado la instalación hidráulica de una construcción? Un componente básico en ella es el tinaco. Éste es un depósito de gran capacidad que se utiliza para almacenar agua y se ubica en la parte más alta de las construcciones. Cuando se abre una llave, el agua sale de manera casi instantánea, pero, ¿te has preguntado por qué?

## Gestión del aprendizaje

El concepto de energía es uno de los más difíciles de definir con precisión. Por esa razón en física, en lugar de definir la energía a partir de lo qué es, se hace con base en lo que hace, así, se dice que la energía es la capacidad de realizar un trabajo.

Hay distintos tipos de energía: mecánica (se refiere al movimiento), electromagnética (relacionada con fenómenos eléctricos y magnéticos), nuclear (tiene que ver con la estructura atómica de la materia), química (se refiere a la forma en la que se acomodan las moléculas de los distintos materiales) y térmica (se relaciona con la temperatura).

Cada vez que se produce un cambio en la naturaleza, se encuentra involucrada algún tipo de energía, por ejemplo, si se enciende una luz hay energía eléctrica detrás, si una bolsa de plástico se mueve en la calle, detrás de ello está la energía del viento, pero, ¿qué energía es la responsable de que salga agua al abrir la llave? En ningún punto se conecta la tubería a la electricidad, por lo que no podemos hablar de energía eléctrica, el sistema funciona tanto de día como de noche, por lo que no es energía solar. ¿Alguna vez te has preguntado qué tipo de energía se requiere para que al abrir la llave salga agua?

Es posible que tengas claridad acerca de lo que sucede a diferentes profundidades de un fluido, aunque también puede ser que no tengas la menor idea. En todo caso, los conceptos que estudiaremos te permitirán brindar una respuesta adecuada a la pregunta anterior, empleando la terminología adecuada y expresando relaciones cualitativas y cuantitativas entre las variables que entran en juego.

Todo cambio en la naturaleza requiere de una energía para llevarse a cabo. La energía se define como la variable física que mide la capacidad de hacer trabajo, su unidad de medida es el Julio, identificado con la letra J y más conocido por su nombre en inglés, Joule.

Existe un tipo de energía que aparece siempre en los fenómenos que se llevan a cabo cerca de la superficie de la Tierra debida a la fuerza de atracción que se da entre dos cuerpos con masa, en este caso, la Tierra y cualquier otro objeto. La fuerza de atracción que ejerce el planeta sobre todos los objetos cercanos a su superficie se conoce como **gravedad**. Debido a esta fuerza, todos los cuerpos que caen en la Tierra, lo hacen con la misma aceleración, conocida como la aceleración de la gravedad,  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

La fuerza de gravedad genera una energía almacenada por un cuerpo en función de su altura respecto de la superficie terrestre, llamada **energía potencial**. La energía potencial depende de la masa del cuerpo (M), la altura (h) a la que se encuentra respecto del nivel en el que es cero, que generalmente es en el suelo, y la aceleración de la gravedad (g); entonces la energía potencial se puede calcular mediante la ecuación:

$$E_p = Mgh$$



Para saber más

Vale la pena señalar que el agua viaja hacia abajo de manera natural, sin embargo, en sistemas como las cisternas, es posible hacer que el agua viaje hacia arriba, claro, a expensas de tener un aparato de bombeo que la arroje en esa dirección.



Estás trabajando para comprender los conceptos de presión hidrostática y presión atmosférica para representarlos sistemáticamente mediante la aplicación de relaciones y funciones al observar y analizar la presencia de éstos en tu vida cotidiana.

### UN MOMENTO DE REFLEXIÓN

¿Alguna vez te has preguntado por qué resulta difícil subir un objeto pesado pero bajarlo es muy fácil? La explicación a este hecho radica en la diferencia de energía potencial; al subir un objeto, lo llevamos de una posición de energía menor a otra de energía mayor, por lo que se requiere que suministremos esa diferencia de energía. Por el contrario, en la bajada, la energía va de mayor a menor, así que no requiere de fuerza extra; la energía que va perdiendo el objeto al caer no desaparece, sino que es la responsable de que cada vez viaje más rápido.

### Asesoría

¡Cuidado! Es un error imperdonable confundir el peso con la masa. Sabemos que en el lenguaje ordinario se le llama peso a la masa, pero no debemos trasladar ese error al lenguaje de la física. La masa se refiere a la cantidad de materia en un objeto y el peso a la fuerza de gravedad que atrae a ese objeto hacia la Tierra.

De manera rápida, recordemos que la presión es una relación entre la fuerza que se aplica sobre una superficie y el área sobre la cual se distribuye. La unidad en la que se mide la presión es  $N/m^2$  (Newton sobre metro cuadrado), que se conoce también como **Pascal (Pa)**. Anteriormente mencionamos que la fuerza de gravedad afecta a todos los objetos con masa cerca de la superficie de la Tierra; los fluidos tienen materia, así que sienten esta fuerza, o dicho de otra manera, tienen peso. El peso de un fluido se distribuye sobre cierta superficie, así que genera una presión. La **presión hidrostática** (hidrostático viene de hidro, que significa agua y estático, que significa que no se mueve) es la presión que genera un fluido que está en reposo. Esta presión se produce por el peso del propio fluido. Se simboliza con  $P_H$ , y depende de la densidad del fluido ( $D$ ), la altura del fluido que se tiene por encima del punto en el que se mide la presión ( $h$ ) y la aceleración de la gravedad ( $g$ ). La ecuación con la que se calcula la presión hidrostática es:

$$P_H = Dgh$$



### Actividad 5



Para comprender el sistema de distribución de agua en una casa amplía tu conocimiento sobre de presión hidrostática y presión atmosférica.

Inicia localizando los conceptos generales y ve profundizando el estudio lo más que puedas. Guía tu búsqueda con las siguientes preguntas, que van incrementando en dificultad: las primeras se refieren a la definición de los conceptos, después se incluyen preguntas que buscan la relación que existe entre ellos y las últimas son preguntas de aplicación en las que se deberá integrar todo lo estudiado con anterioridad. Asegúrate de haber comprendido los temas principales, pues son los **cimientos** de una obra que seguirá creciendo conforme avancemos en el estudio de los fluidos.

### 1 Presión hidrostática

1.1 ¿Cómo se relaciona la presión hidrostática con la energía potencial?

---



---



---

1.2 ¿Qué diferencia encuentras entre un pez que vive cerca de la superficie del mar y otro que vive cerca del fondo, a cientos de metros de profundidad?

---



---



---

### Más información en...

Algunos libros que puedes consultar son:  
 Pérez-Montiel, H. (2006). *Física General*. 3ª edición. México: Grupo Patria Cultural.  
 Giancoli, D. (2006). *Física: principios con aplicaciones*. 6ª edición. México: Pearson.  
 Giambattista, A. et al. (2009) *Física*. México: McGraw-Hill.

## 2 Presión atmosférica

2.1 ¿Qué es la **atmosfera**?

---

---

---

2.2 ¿Qué es la presión atmosférica?

---

---

---

2.3 ¿Cuál es el valor promedio de la presión atmosférica?

---

---

---

2.4 ¿Qué unidades existen para medir la presión atmosférica?

---

---

---

2.5 El barómetro es un aparato que mide el valor de la presión atmosférica. Explica, ¿cómo funciona?

---

---

---

2.6 Un alpinista sube a la cima de una montaña, por lo que se toma una botella con agua. Como no hay un lugar apropiado para tirar la basura, cierra la botella y la guarda en su mochila. Explica por qué al llegar al pie de la montaña encuentra la botella aplastada.

---

---

---

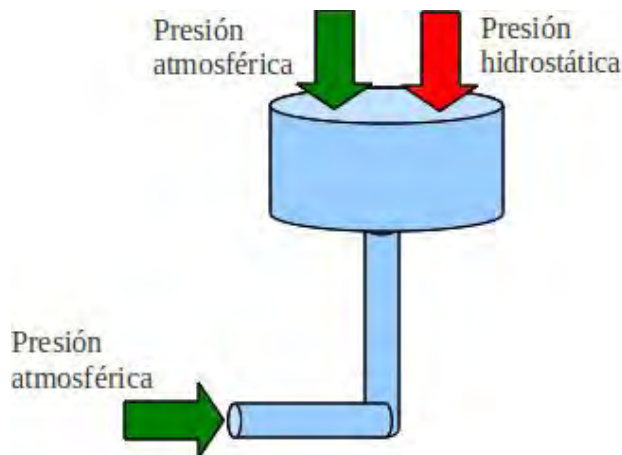
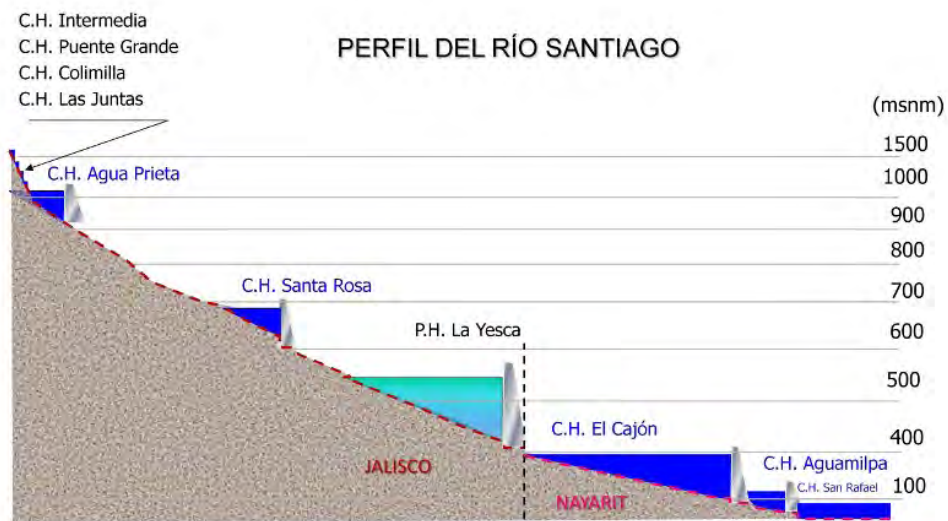
Compara tus respuestas con las explicaciones que se incluyen en el Apéndice 1.

### glosario

**Cimiento:** principio y raíz de algo, fundamento.

Para que puedas determinar si ya estás en condiciones de explicar porque se construyen presas para la acumulación de agua en una central de generación eléctrica, contesta las interrogantes que planteamos al inicio de la unidad.

La respuesta es la energía potencial. Al construir una presa, se acumula agua en la cuenca de la presa, por lo que la altura del agua aumenta y genera una diferencia de presión entre la parte más alta y el fondo (recuerda que la presión hidrostática aumenta con la altura). Si se construye una compuerta en la parte baja de la presa, la parte del interior deberá soportar tanto la presión atmosférica como la presión hidrostática generada por el agua, en cambio, al exterior solo lo afecta por la presión atmosférica; la compuerta soporta la diferencia de presión, razón por la cual el agua tiende a salir si ésta se abre.



En esta imagen, tomada del sitio de Internet de la CFE, podemos apreciar las diferentes alturas (msnm significa “metros sobre el nivel del mar”) a las que se localizan los distintos Complejos Hidroeléctricos (C. H.) que forman parte del Sistema del Río Santiago. Si observas la imagen de izquierda a derecha, podrás darte cuenta de que cada una de las presas debe ubicarse a una altura menor a la anterior, pues lo que se busca es aprovechar la energía potencial del agua.

En este momento, es claro que la energía que se aprovecha para convertirla en energía eléctrica es la energía potencial del agua almacenada. Este mismo principio se utiliza para distribuir el agua en las casas,



acumulándola primero en el tinaco y llevándola a través de la tubería a todas las llaves de la instalación. El tinaco se debe ubicar en el punto más alto para que la energía potencial sea máxima, de forma que la presión hidrostática sea lo suficientemente grande para empujar el agua y que así, salga por una llave abierta.

El mismo principio que se emplea para el funcionamiento de una presa o de un tinaco, se utiliza también el **inodoro**, uno de los avances tecnológicos más benéficos para nuestra salud.



**glosario**

**Inodoro:** se dice especialmente del aparato que se coloca en los escusados de las casas y en los evacuadores públicos para impedir el paso de los malos olores. También quiere decir "sin olores", o que no despiden olores.

**UN MOMENTO DE REFLEXIÓN**

A partir de la explicación del funcionamiento de una presa, aunado a lo que has aprendido hasta ahora, intenta explicar cómo funciona el inodoro.

Al "jalar la palanca", que es como se conoce al proceso por el cual un inodoro se pone en marcha, se levanta una pequeña tapa dentro del tanque (conocida como "sapo") y deja pasar el agua a la taza. El agua se acumula en la taza, hasta que alcanza el nivel necesario para que su presión hidrostática rompa el equilibrio que la mantiene ahí, por lo que comienza a salir por la tubería. El proceso continúa hasta que de nuevo se alcanza un equilibrio entre la presión a ambos lados de la tubería de salida de la taza.

**Más información en...**

Para que puedas conocer los esfuerzos que realizan las instituciones públicas encargadas del manejo y distribución del agua potable, visita el portal de Internet de la Comisión Nacional del Agua (Conagua) <<http://www.cna.gob.mx/>>.

También puedes consultar el sitio del organismo especializado en tu localidad.



*Calculando propiedades de los fluidos*

Ahora bien, además de dar descripciones cualitativas adecuadas, el mundo de la física y la ingeniería requiere de un trabajo **cuantitativo** preciso. Por esta razón, es necesario aprender a manipular expresiones matemáticas complejas para evaluar la información que en un momento dado sea requerida.



Completa el siguiente cuadro, para conocer, ¿qué magnitudes físicas intervienen en el cálculo de la energía potencial y la presión hidrostática?, y ¿cuál es la expresión matemática que permite calcularlas?

Concepto	Variables	Expresión matemática
Energía potencial		
Presión hidrostática		

Podrás corroborar tus respuestas en el cuadro que se presenta en el Apéndice 1.

**glosario**

**Cuantitativo:** que denota cantidad.



Estás trabajando para comprender las expresiones matemáticas ( $\rho = m/V$ ,  $P = F/A$ ,  $P_H = \rho gh$ ,  $E = \rho_l V L g$ ) que representan conceptos y principios que describen el comportamiento de los fluidos, para aplicarlos en problemas prácticos o experimentos relacionados con estos fenómenos físicos, presentes en tu ciudad, país o en el mundo.

Usualmente, cuando no se conoce el valor exacto de una cantidad se utiliza una letra para representarla; a esa letra se le conoce como **variable**, pues el valor que toma puede variar. El **álgebra** es la rama de las matemáticas que estudia las operaciones que se pueden hacer con cantidades desconocidas llamadas incógnitas y que ahora denominaremos variables; de hecho, el álgebra se puede considerar una generalización de la aritmética (parte que estudia las operaciones entre números). Un proceso fundamental en álgebra es el llamado **despeje de ecuaciones**, en el cual se busca el valor de alguna de las variables si se conoce el valor de las demás. ¿Lo recuerdas?

#### Gestión del aprendizaje

Otra herramienta matemática tan importante como el álgebra en el estudio de la dinámica de sistemas es el cálculo diferencial e integral. Esta rama de las matemáticas fue desarrollada de manera simultánea (aunque independiente) por el físico inglés Isaac Newton y el matemático alemán Gottfried Leibniz hacia finales del siglo XVII.

En la actualidad, el estudio de la física se ha beneficiado con el desarrollo de una rama del cálculo llamada Topología diferencial, que consiste en el estudio de la evolución de espacios de distintas características.

#### Gestión del aprendizaje

Si tienes dudas o quieres fortalecer tus competencias sobre el tema de los despejes de ecuaciones, puedes visitar el sitio de Internet: <http://www.sli-deshare.net/Hecmy/despeje-de-ecuaciones-utilizadas-en-fsica> para que estudies a detalle el proceso de despeje.

El despeje de ecuaciones se basa en la idea de equivalencia o igualdad entre dos términos, es decir, la relación que se construye entre dos elementos que se suponen iguales. Por ejemplo,  $2 + 2 = 4$  es una expresión matemática que establece la equivalencia entre la suma de dos más dos y el número cuatro; se lee: dos más dos es igual a cuatro. Como estos dos términos son iguales, modificar uno de ellos rompe con la igualdad, por ejemplo, si sumamos una unidad al lado izquierdo de la igualdad, la expresión deja de ser correcta: ¿Acaso  $2 + 2 + 1 = 4$ ? ¡Claro que no! Entonces, ¿qué podemos hacer para que siga siendo verídica? Si se modifica uno de los términos se debe modificar el otro también,  $2 + 2 + 1 = 4 + 1$ . Esto es bastante lógico si piensas que para conservar esta igualdad es necesario afectar las partes exactamente en la misma manera. Las propiedades de la igualdad hacen referencia a las transformaciones que podemos hacer sin alterarla.

Vamos a utilizar el despeje de variables para aislar una de las variables que queramos conocer con el fin de resolver problemas. Por ejemplo, tienes una ecuación que te permite conocer la presión hidrostática que ejerce un fluido si conoces su densidad y su altura, pero, ¿qué sucede si conoces la presión y la densidad y quieres conocer la altura? Es necesario despejar la variable altura de la ecuación.

Analiza ahora la aplicación de todo lo que has aprendido en una situación específica: revisa el siguiente ejemplo de cómo resolver un problema en el campo de fluidos:

Supongamos que quieres instalar una regadera especial, pero en el manual de instalación se especifica que requiere que la presión hidrostática del agua sea de al menos 15000 Pa. Antes de comprarla, deberás verificar que la instalación hidráuli-



ca con la que cuentas es adecuada, es decir, debes revisar que el tinaco se encuentre a una altura adecuada para que el agua ejerza la presión hidrostática requerida en el lugar en el que se planea colocar la regadera.

#### Más información en...

Complementa tu estudio consultando material bibliográfico enfocado al despeje de ecuaciones, principalmente en textos introductorios de álgebra, como:  
 Fuenlabrada, S. (2007). *Aritmética y Álgebra*. México: McGraw-Hill.  
 De Oteyza, E. (2007). *Álgebra*. México: Pearson.

- 1) Lo primero que requieres es identificar el tipo de problemática que tienes y ubicarla en un contexto físico. En este caso, la situación se refiere a un fluido (agua) estático dentro de una tubería, por lo que se infiere que se trata de un problema de presión hidrostática.
- 2) A continuación, identifica la pregunta planteada. ¿Qué es lo que quiero saber? O en otras palabras, ¿cuál es la incógnita o variable desconocida? ¡Ah! Es la altura de la columna de agua.
- 3) Una vez ubicado el contexto, es necesario identificar la información útil para la resolución del problema: en esta ocasión, debes buscar información referente a las variables conocidas que se incluyen en la ecuación de presión hidrostática: presión y densidad del fluido (que es un dato conocido, aunque no nos lo den).

$$P_H = 15,000 \text{ Pa} \quad D = 1,000 \text{ kg/m}^3 \quad g = 9.8 \text{ m/s}^2 \quad h = ?$$

- 4) A continuación, debes despejar la variable que buscas de la ecuación y sustituir los valores de las variables conocidas. En este caso, la variable que se busca es la altura, por lo que a partir de la ecuación de la presión hidrostática que acabamos de estudiar:

$$P_H = Dgh$$

despejamos la  $h$  (altura) y obtenemos:

$$h = \frac{P_H}{D \cdot g}$$

- 5) Sustituye las variables conocidas; observa que a pesar de que no se proporciona explícitamente el valor de la densidad del agua, es un dato conocido. Así, obtenemos que:

$$h = \frac{15,000 \text{ Pa}}{1,000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.8 \text{ m/s}^2}$$

- 6) Realizamos las operaciones para obtener el valor de la altura, que es  $h = 1.53 \text{ m}$ . Por último, es importante dar una interpretación física del resultado, de lo contrario, simplemente hemos resuelto un problema de matemáticas, no de física; este resultado implica que debemos cuidar que el tinaco esté situado por lo menos 1.53 metros más arriba del nivel en el que planea colocarse la regadera; observa que en realidad la tubería puede ser tan delgada o ancha como se desee, la presión seguirá siendo la misma, ¿por qué? Porque el radio de la tubería no es una variable que intervenga en la presión hidrostática.

Ahora, es tu turno.



Estás trabajando para despejar variables relacionadas con los conceptos: densidad, presión y presión hidrostática de manera analítica y sistemática en la solución de problemas de tu entorno.



¡Pon a prueba tus conocimientos y habilidades! Resuelve los siguientes problemas con lo que has aprendido. Elabora diagramas que te faciliten la resolución y lleva a cabo tu procedimiento de manera ordenada. Al terminar consulta el Apéndice 1 para verificar tus aciertos.

- 1) La Ciudad de México está a una altura aproximada de 2240 m sobre el nivel del mar. Si la presión a nivel del mar es de 101,3 kPa, ¿cuál es la presión atmosférica en la Ciudad de México? Densidad del aire =  $1.29 \text{ kg/m}^3$ .

---



---

- 2) Un contenedor cilíndrico de  $0.5 \text{ m}^2$  de base contiene 100 litros de agua pura. ¿Cuál es la presión hidrostática generada por el agua en el fondo?

---



---

- 3) Calcula la energía potencial de una roca de una tonelada de masa situada a la orilla de un acantilado de 120 m de altura.

---



---

- 4) Calcula de manera aproximada la fuerza que siente una persona a nivel del mar debida únicamente a la presión atmosférica. Para responder esta pregunta tendrás que hacer algunas suposiciones, pero procura que sean lo más cercanas posible a la realidad.

---



---



---



## ¿Por qué flota una lancha?

Las presas se construyen para controlar el caudal de un río y aprovechar el agua para riego de cultivos o, como hemos estudiado, para generar energía eléctrica. Además, son sitios turísticos en los que las familias pueden realizar actividades recreativas. ¿Hay alguna presa cerca del lugar donde vives?, ¿alguna vez has visitado alguna? Generalmente, en estos lugares es posible nadar o utilizar un bote o lancha para pasear o para pescar.

Existe una fuerza que empuja verticalmente hacia arriba a todo objeto sumergido total o parcialmente dentro de un fluido. Esta fuerza se conoce como **fuerza de flotación**.

Uno de los primeros pensadores en estudiar la fuerza de flotación fue Arquímedes de Siracusa, un matemático, físico e ingeniero griego. El **principio de Arquímedes** establece que *todo objeto sumergido dentro de un fluido sentirá una fuerza que lo empuja hacia arriba (fuerza de flotación) igual al peso del volumen de fluido desalojado*. Arquímedes observó que al sumergir un objeto dentro de una tina con agua, el nivel del agua subía dependiendo del volumen del objeto. El fluido desalojado se refiere al volumen de fluido que es “empujado” por el objeto sumergido. El volumen desalojado es igual al volumen sumergido del objeto.



Busca información sobre:

- 1- Principio de Arquímedes y fuerza de flotación
- 2- Principio de Pascal

Localiza primero lo referente al principio de Arquímedes y la fuerza de flotación y después sobre el principio de Pascal. Relaciona la información encontrada con conceptos como presión, densidad y presión hidrostática.

Guía tu búsqueda con las siguientes preguntas:

Recuerda que todas tus respuestas deben pertenecer al contexto de la física. Asegúrate de haber comprendido a cabalidad los temas principales, pues forman la base del estudio de los fluidos y proporcionan un punto de partida para poder comprender desde la óptica de la física muchos de los fenómenos que observamos día con día.

### Más información en...

Los siguientes son algunos libros que puedes consultar:  
 Pérez-Montiel, H. (2006). *Física general*. 3ª edición. México: Grupo Patria Cultural.  
 Giancoli, D. (2006). *Física: principios con aplicaciones*. 6ª edición. México: Pearson.  
 Serway, R. (2010) *Fundamentos de Física*. 8ª edición. México: Thompson.

### Más información en...

La Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca tiene en su sitio de Internet un apartado dedicado a la pesca deportiva, en el cual podrás encontrar una lista de todas las presas en las que puedes practicar este deporte.

Visita la página electrónica:  
<http://pescadeporativa.conapesca.gob.mx:82/>,  
 para conocer sitios de pesca.



Estás trabajando para comprender los principios: Arquímedes y de Pascal, que describen el comportamiento de los fluidos, para representarlos sistemáticamente mediante la aplicación de relaciones y funciones al observar y analizar la presencia de estos en tu vida cotidiana.

### UN MOMENTO DE REFLEXIÓN

¿Has observado cómo al estar dentro del agua te resulta más fácil cargar objetos?, ¿te has preguntado por qué algunos objetos flotan en el agua y otros no?, ¿crees que esta sea una propiedad exclusiva del agua?

### 1 Principio de Arquímedes y fuerza de flotación.

1.1 Describe brevemente la vida de Arquímedes, poniendo especial énfasis en la época y lugar en el que vivió.

---

---

---

---

---

1.2 El principio de Arquímedes hace mención de un **fluido desalojado**. Explica lo que esto significa.

---

---

---

---

1.3 ¿Cómo se origina la fuerza de flotación?

---

---

---

---

1.4 ¿Cuál es la expresión matemática que permite calcular la fuerza de flotación?

---

---

---

---

### Asesoría

Para fortalecer tu aprendizaje, puedes hacer uso del laboratorio virtual que se ubica en <http://www.educaplus.org/play-133-Principio-de-Arqu%C3%ADmedes.html>, el cual muestra una simulación del fenómeno de flotación en función de la densidad del fluido y del objeto inmerso en él.

1.5 ¿Bajo qué condiciones se puede determinar si un objeto inmerso en un fluido flota o se hunde?

---

---

---

## 2 Principio de Pascal

2.1 Describe brevemente la vida de Blaise Pascal.

---

---

---

2.2 ¿Qué dice el principio de Pascal?

---

---

2.3 ¿Cómo funciona una [prensa hidráulica](#)? Descríbelo y dibuja un esquema.

---

---

---

---

---

---

2.4 Tener una máquina que multiplica la fuerza sin necesidad de energía externa puede sonar atractivo, sin embargo, tiene una desventaja, ¿puedes decir cuál es?

---

---

Coteja tus respuestas en el Apéndice 1.



Estás trabajando para comprender las expresiones matemáticas ( $\rho=m/V$ ,  $P=F/A$ ,  $PH= \rho gh$ ,  $E= \rho LVLg$ ) que representan conceptos y principios que describen el comportamiento de los fluidos, para aplicarlos en problemas prácticos o experimentos relacionados con estos fenómenos físicos, presentes en tu ciudad, país o en el mundo.

Con el objeto de reafirmar los conocimientos que adquiriste al realizar la actividad anterior, se presentan las ecuaciones para el cálculo de la fuerza de flotación de un cuerpo sumergido en un fluido y la del principio de Pascal aplicado a una prensa hidráulica. Es recomendable que las incluyas en tu formulario.

Fuerza de flotación

$$F_f = D_{flu} g V_{obj}$$

$F_f$ : fuerza de flotación.

$D_{flu}$ : densidad del fluido.

$g$ : aceleración de la gravedad,  $9.8m/s^2$ .

$V_{obj}$ : volumen del objeto sumergido.

Principio de Pascal

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$F_1$ : fuerza aplicada sobre el área 1.

$A_1$ : área 1.

$F_2$ : fuerza aplicada sobre el área 2.

$A_2$ : área 2.



Así como la densidad se define como masa por unidad de volumen, se puede definir el peso por unidad de volumen, llamado peso específico. Se dice que Arquímedes de Siracusa utilizó el concepto de peso específico hace más de dos mil años para cumplir un encargo del monarca: determinar si le habían tomado el pelo con los materiales que él había destinado para la elaboración de una nueva corona. Cuenta la leyenda que después de mucho pensar en el problema, Arquímedes encontró la solución (que hoy conocemos como principio de Arquímedes) al estar tomando un baño, por lo que emocionado, y desnudo, salió a la calle gritando ¡Eureka!, que significa, ¡lo he encontrado!

### UN MOMENTO DE REFLEXIÓN

Seguramente has observado que hay objetos que pueden flotar en el agua y otros que no. Esta propiedad no depende del tamaño, puesto que flotan o se hunden por igual objetos muy pequeños o muy grandes; tampoco depende de la masa, pues así como flota un pequeño barco de papel, flota un enorme buque carguero que transporta miles de toneladas de mercancía. Entonces, ¿bajo qué condiciones flota un cuerpo?

---



---



---



---

Revisemos tu respuesta. En realidad, la flotación no depende exclusivamente de la masa o del volumen del objeto sumergido sino de la relación que existe entre los dos, es decir, de su densidad. Es importante aclarar que no nos referimos a la densidad del material con el que está hecho el objeto ya que, como habrás observado, un enorme buque puede flotar aunque esté fabricado de acero, pero un pequeño tornillo de este mismo material se hunde. La diferencia entre estos dos ejemplos radica en la diferencia de volumen entre ambos: el enorme volumen del buque hace que su densidad sea menor a la del agua. Cuando un barco se fisura se llena de agua, poco a poco, porque aumenta su masa. Como la fisura no tiene ningún efecto sobre el volumen del barco, al aumentar su masa sin modificar su volumen su densidad aumenta. Recuerda que el barco flota porque su densidad es menor a la del agua, pero si se llena de agua y su densidad aumenta, cada vez flotará menos hasta que llegue a hundirse.

## Experimentando con fluidos

La física es una ciencia experimental, lo que implica una constante necesidad de manejar e interpretar datos arrojados por experimentos. En este sentido, las matemáticas se vuelven una herramienta indispensable en el **quehacer** científico, pues facilitan enormemente los procesos.



Realiza el siguiente experimento y observa cuidadosamente la situación que se presenta, toma nota de todos aquellos detalles que consideres importantes y mantén siempre alerta tu intuición científica.

Material requerido:

1 vaso de vidrio

50 mililitros de aceite de cocina

50 mililitros de aceite para motor de automóvil

50 mililitros de agua

Lee cuidadosamente el siguiente procedimiento y aclara cualquier duda antes de comenzar. Una vez que tengas la suficiente certeza de la actividad que realizarás, ejecuta los pasos:

- 1) Vierte con cuidado cada uno de los aceites y el agua en el vaso. No importa el orden en que lo hagas.



### glosario

**Quehacer:** ocupación, negocio, tarea que ha de hacerse.



Estás trabajando para utilizar de manera correcta los instrumentos de medición correspondientes a cada concepto físico estudiado en esta unidad para determinar los valores numéricos en situaciones específicas.

2) Observa qué sucede con los líquidos.



Una vez realizado el experimento, contesta las siguientes preguntas:

1 ¿Qué sucede con los líquidos cuando se vierten en el vaso?

---



---



---

2 ¿Cuál es el orden en que se acomodan los líquidos?

---



---



---

3 ¿Qué explicación puedes dar, desde el punto de vista de la física, a los fenómenos observados en el experimento que realizaste?

---



---



---

Complementa tus respuestas con una fotografía o un dibujo del vaso para tener un apoyo visual. Finalmente, elabora un reporte de la actividad que acabas de realizar.

Consulta el Apéndice 1, para verificar tus resultados.

### glosario

**Consolidar:** dar firmeza y solidez a algo.

Ahora bien, para **consolidar** los conocimientos sobre los fluidos, harás el siguiente experimento que involucra el uso de herramientas de medición.





Encuentra la densidad de la sal. Observa la situación que se presenta, toma nota de todos aquellos detalles que consideres importantes y mantén siempre alerta tu intuición científica. Sigue los pasos que se enumeran a continuación: en primer lugar, haz el experimento, después, grafica los resultados responder las preguntas, y por último, reporta tus resultados por escrito.

Para llevar a cabo la actividad, requerirás el siguiente material:

1 bolsa de 1 kg de sal (procura que sea realmente 1 kg de sal, puedes comprobarlo en la báscula de la tienda donde la compras)

2 recipientes iguales cuya forma te permita calcular su volumen fácilmente (recipientes de plástico en forma de cubo o vasos cilíndricos). El tamaño deberá ser lo suficientemente grande como para almacenar la mitad de la sal.

1 regla o cinta métrica (te debe servir para medir el volumen del recipiente con la mayor exactitud posible).

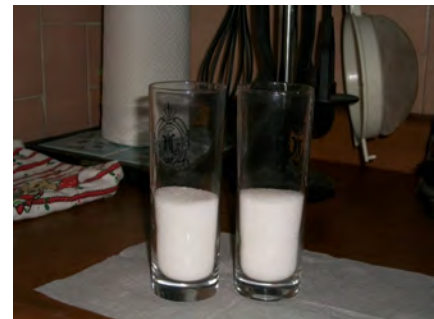
Lee cuidadosamente el siguiente procedimiento. Una vez que tengas la suficiente certeza de haber entendido la actividad que realizarás, sigue los pasos:

- 1) Vierte la mitad de la sal en uno de los recipientes y el resto en el otro. Cuida que la cantidad de sal que vertiste en uno sea la misma que vertiste en el otro.
- 2) Al dividir la sal a la mitad, tienes 500 gramos de sal en cada recipiente; mide el volumen que ocupa y anótalo en una tabla como la mostrada a continuación:

Volumen (cm <sup>3</sup> )	Masa (gr)

- 3) Regresa el contenido de uno de los recipientes a la bolsa (esta sal está limpia y se puede utilizar para cocinar). Vuelve a separar el resto en dos partes iguales.
- 4) Ahora tienes aproximadamente 250 gramos en cada recipiente. Mide de nuevo el volumen que ocupa la sal.
- 5) Repite el procedimiento que hemos venido siguiendo para que puedas medir el volumen de 125 gramos y 62.5 gramos.

Una vez terminado el quinto paso, grafica los datos que registraste en la tabla, colocando los datos de la masa en el eje vertical y los del volumen en el horizontal. Puedes



dibujar la gráfica en una hoja, o bien, puedes hacerlo con ayuda de una hoja de cálculo en la computadora. La gráfica debe formar una línea recta que cruce por el cero.



### Para saber más

Para lograr mediciones precisas de la masa, los científicos utilizan aparatos como la balanza granataria, que funciona desplazando pesas a lo largo de brazos mecánicos de manera similar a la balanza que encontrarías en una miscelánea o tor-

tillería, pero con una precisión de hasta 0.01 g, o bien, la balanza analítica, que son instrumentos digitales con una precisión de hasta 0.0001 g.

A partir de la gráfica que obtuviste, responde las siguientes preguntas:

- 1 ¿Qué tipo de función existe entre la masa y el volumen de la sal?, ¿era de esperarse este resultado?, ¿por qué?

---



---



---

- 2 La pendiente de la gráfica corresponde a la densidad de la sal. Busca el valor conocido de la densidad y compáralo con el que obtuviste.

---



---



---

- 3 ¿Qué significa físicamente que la gráfica cruce por el origen?

---



---



---

Genera un reporte de la actividad experimental que acabas de realizar en el que expliques de forma detallada la importancia de las relaciones lineales en el estudio de la física.

Compara tus respuestas con aquellas que se incluyen en el Apéndice 1.



¡Pon a prueba tus conocimientos y habilidades! Resuelve los siguientes problemas con lo que has aprendido. Recuerda que debes ejercitar tus habilidades que has venido adquiriendo a lo largo de la sección, eso te permitirá ser un experto en la materia.

- 1) Calcula el empuje que experimenta un cuerpo que flota sobre un líquido de densidad igual a  $0.8 \text{ g/cm}^3$ , desalojando  $20 \text{ cm}^3$  de líquido.

---

---

---

---

---

---

---

---

- 2) No es lo mismo cargar un objeto dentro del agua, que fuera de ella. Un cuerpo pesa en el aire  $600 \text{ N}$  y sumergido totalmente en agua pesa  $200 \text{ N}$ . Calcula la fuerza de flotación que lo afecta.

---

---

---

---

---

---

---

---

Los dispositivos hidráulicos son muy útiles, pues aprovechan propiedades de los fluidos incompresibles y siguen el principio de Pascal para multiplicar la fuerza que puede aplicar una persona. Un ejemplo lo encontramos en los frenos de los autos, ¿te imaginas frenar un camión solamente con la fuerza de los pies? ¡Sería imposible! Resuelve los siguientes problemas que tienen que ver con sistemas hidráulicos.

- 3) Calcula la fuerza que se aplica sobre el émbolo de una prensa hidráulica de  $20 \text{ cm}^2$  de área si el émbolo mayor, de  $140 \text{ cm}^2$  de área, siente una fuerza de  $12000 \text{ N}$ .

---

---

---

---

---

---

---

---



Estás trabajando para despejar variables relacionadas con los conceptos: densidad, presión y presión hidrostática, y los principios de Arquímedes y Pascal de manera analítica y sistemática en la solución de problemas de tu entorno.

- 4) Calcula el diámetro del émbolo menor de una prensa hidráulica que se necesita para generar una fuerza de 4500 N en el otro émbolo con diámetro de medio metro si se aplica una fuerza de 400 N en el émbolo menor.

---



---



---



---



---

Una vez que hayas concluido la actividad es recomendable que verifiques en el Apéndice 1 tus respuestas. Recuerda que los errores son una oportunidad para aprender. No te conformes con la respuesta numérica de los problemas, analiza tus respuestas e identifica los conceptos o procedimientos que aún no dominas.



### SECCIÓN 3 Fluidos en movimiento: Hidrodinámica



Estás trabajando para diferenciar funciones matemáticas de primer y segundo grado, utilizando los conceptos y principios de los fluidos que se abordan en esta unidad, para apoyar su comprensión.

La teoría que revisada hasta ahora, permite caracterizar los fenómenos en los que el fluido se encuentra estático (en reposo), sin embargo, el escenario se modifica si el fluido se mueve. La mayoría de los fenómenos cotidianos ocurren con fluidos en movimiento: los grandes sistemas de presión desplazándose por el continente, el viento soplando, el agua transportándose a través de tuberías y drenajes, los sistemas de ventilación, los sistemas de operación hidráulica en vehículos, etcétera. Particularmente, nos interesa conocer las características de un fluido en movimiento para poder explicar por qué el paso del agua a través de una presa puede generar energía eléctrica. Para muestra basta un botón: coloca una hoja de papel sobre la mesa, recarga tu cara sobre la mesa y sopla horizontalmente por encima de la hoja; observa como la hoja se levanta ¿magia? Para nada, con una experiencia tan simple acabamos de presenciar que los fluidos en movimiento se comportan de manera distinta a los fluidos en reposo.

#### *Análisis del consumo de agua de riego*

Hasta el momento has venido estudiando que la relación que existe entre dos magnitudes físicas de un sistema se puede aproximar por medio de una función. En este momento, profundizarás tu manejo de las funciones.

Existen distintos tipos de funciones entre variables físicas, los más comunes son las funciones lineales, polinomiales, inversas, exponenciales y periódicas. Por el momento, nos **restringiremos** al estudio de las funciones polinomiales de grado uno, mejor conocidas como funciones lineales.

#### glosario

**Restringir:** ceñir, circunscribir, reducir a determinados límites.

Como recordarás, los polinomios son expresiones matemáticas compuestas de dos o más términos algebraicos unidos por los signos más o menos. Los términos algebraicos se componen de números, llamados coeficientes, y de variables, representadas por letras, elevadas a distintas potencias enteras. Algebraicamente, un polinomio se puede escribir como  $a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + \dots = 0$ , en donde las  $a$ 's representan a los coeficientes (recuerda que estos coeficientes son números conocidos). Un ejemplo de un polinomio es  $6 - 4x + 7x^3 = 0$ .

El grado de uno de los términos del polinomio es la suma de todos los exponentes de las variables en el término, por ejemplo,  $5x$  es de grado 1, ya que el exponente de  $x$  es 1,  $7a^4b^2$  es de grado 6, ya que la suma de exponentes es  $4 + 2 = 6$ . El grado del polinomio es igual al grado del término con grado mayor.

Los polinomios de grado uno, también conocidos como **funciones lineales**, son importantes para el estudio de sistemas naturales. Un polinomio de grado uno es en el que sólo aparecen dos términos, uno de grado uno y una constante. La forma general del polinomio de grado uno es:  $y = mx + b$ , en donde la  $m$  y  $b$  son coeficientes constantes mientras que  $y$  y  $P_H$  son variables.

En la forma general  $y = mx + b$ ,  $m$  se conoce como la pendiente, que se refiere al incremento que tiene la variable  $y$  respecto del incremento de la variable  $x$ ;  $b$  representa la ordenada al origen y se refiere al valor de la variable  $y$  cuando  $x = 0$ .

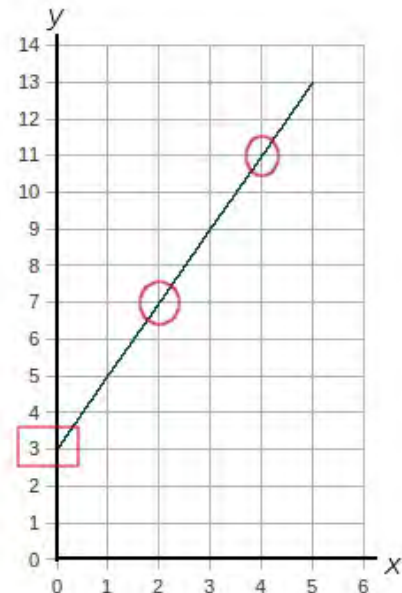
La gráfica de una función lineal, como su nombre lo indica, es una línea recta que, dependiendo de la pendiente, estará más o menos inclinada respecto a la horizontal. Para calcular la pendiente, tomamos dos puntos dentro de la gráfica con sus coordenadas:  $(x_1, y_1)$  y  $(x_2, y_2)$ ; la pendiente se calcula resolviendo la siguiente ecuación:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Para obtener la ordenada al origen, simplemente hay que ver al valor de la coordenada  $y$  en el punto en el que la gráfica cruza el eje  $Y$ .

Veamos un ejemplo. Para calcular la pendiente de la recta que se muestra a continuación requerimos tomar dos puntos de ella, por ejemplo,  $(2, 7)$  y  $(4, 11)$ . Si utilizamos estos puntos para calcular la pendiente de la recta, obtenemos:  $m = \frac{11 - 7}{4 - 2} = \frac{4}{2} = 2$ , es decir, la pendiente es igual a 2. Para encontrar la ordenada al origen, basta con identificar el punto en el que la recta corta el eje  $Y$ , por lo que en este ejemplo es 3.

Aunque en este momento estemos trabajando con conceptos matemáticos, no debes perder de vista que siempre deben relacio-



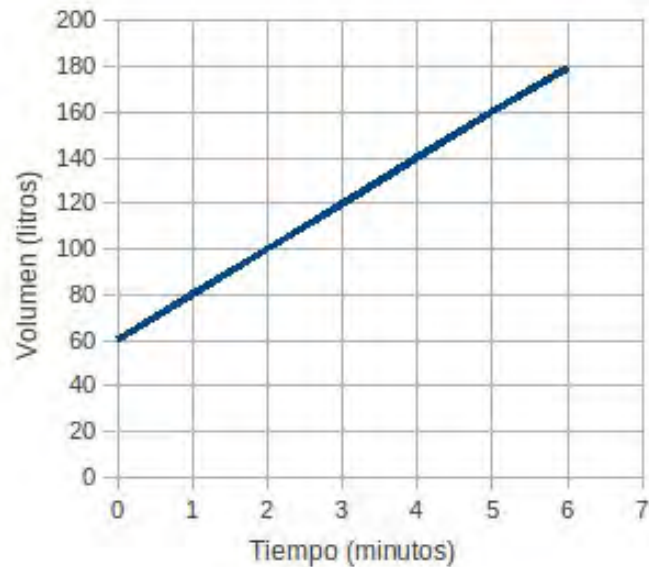
narse a situaciones cotidianas, de lo contrario, resultará difícil su entendimiento. A continuación se presenta un ejemplo para reforzar lo aprendido.

El agua almacenada en una presa se utiliza también para el riego de algunas parcelas cercanas, por medio de una tubería que transporta el agua hasta un tanque de almacenamiento. Al tomar medidas del gasto de la tubería que alimenta el tanque se midieron los volúmenes y tiempos que se muestran en la tabla.

Tabla 1. Datos de tiempo y volumen de llenado de un depósito.

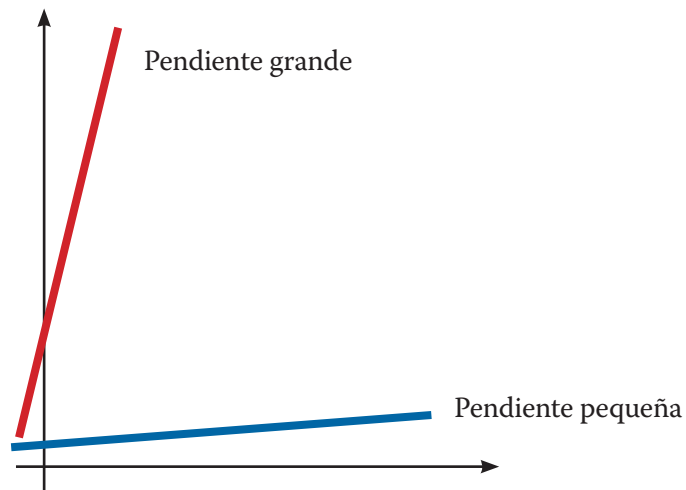
Tiempo (minutos)	Volumen (litros)
0	60
1	80
2	100
3	120
4	140
5	160
6	180

Si graficamos estos datos, observamos un comportamiento lineal, como el que se muestra en la imagen.



¿Cómo se interpreta la línea recta? Sencillamente, como que la relación entre el volumen y el tiempo se puede aproximar por una relación lineal, es decir, tanto volumen como tiempo aumentan en la misma proporción. Ahora, una relación lineal involucra dos parámetros: la **pendiente** y la **ordenada al origen**.

Analicemos la información que arroja la pendiente: para calcularla debemos tomar un intervalo de volumen y dividirlo entre un intervalo de tiempo, lo que implica que la pendiente de la recta da precisamente el gasto de la tubería, es decir, qué volumen de agua entra al tanque a cada unidad de tiempo (en este caso, minuto). Dado que la gráfica es una recta, la pendiente no cambia, por lo que el gasto no cambia, o dicho de otra forma, la inyección de agua al tanque se realiza de manera constante, 20 litros/minuto (para conocer este valor, calcula la pendiente).



Por otro lado, ¿qué información brinda la ordenada al origen? Recuerda que la ordenada es la variable que graficamos en el eje vertical. En la gráfica anterior, este eje representa el volumen. Por lo tanto, la ordenada al origen corresponde al valor de volumen de agua que tenía el tanque al tiempo 0 min. Un valor distinto de cero se traduce como que el tanque ya tenía una cantidad de agua en el instante en el que empezó a llenarse con la tubería, 60 litros, para ser precisos. Entonces, la ordenada al origen nos dice el valor inicial de la variable en el instante cero.

En algunas localidades del país, las instituciones encargadas de la distribución de agua potable suelen generar recibos en los que se muestra de manera gráfica el consumo de agua que se ha registrado a lo largo del año. Consigue un recibo de agua y revisa si tiene estas gráficas.

#### UN MOMENTO DE REFLEXIÓN

¿Cómo sería la pendiente en un día en el que el gasto es menor? Tendría que ser menor también, es decir, una pendiente de 10 litros/minuto quiere decir que tan solo entran por la tubería 10 litros de agua en un minuto. Una pendiente mayor querría decir que el gasto es todavía mayor.

Al analizar la gráfica, una pendiente grande se puede identificar por una recta cuya inclinación es muy cercana a la de una línea vertical, por el contrario, una recta con inclinación cercana a la horizontal implica una pendiente cercana a cero.

### UN MOMENTO DE REFLEXIÓN

¿Cuentas con los conocimientos necesarios para interpretarlas? Recuerda que si tienes alguna duda de los temas que hemos estudiado, debes buscar apoyo para resolverla. Puedes recurrir a una persona cercana a ti que cuente con conocimientos de matemáticas y física, o bien acudir a los Centros de Servicios de Preparatoria Abierta, en los que podrás solicitar el servicio de Asesoría Académica.



Estás trabajando para comprender las expresiones matemáticas ( $E_c = \frac{Mv^2}{2}$ ,  $v^2 = 2 g h$ ) que representan conceptos y principios que describen el comportamiento de los fluidos, para aplicarlos en problemas prácticos o experimentos relacionados con estos fenómenos físicos, presentes en tu ciudad, país o el mundo.

### Conservación de la energía

Ha llegado el momento de responder a la última de las preguntas que se presentó al inicio de la unidad: ¿Cómo se aprovecha el agua almacenada en una presa para generar electricidad?

---



---



---



---



---

Puede ser que alguna vez hayas visto un programa o leído un artículo que hablara al respecto, aunque también puede ser que no lo puedas explicar. En todo caso, los conceptos que estudiarás a continuación te permitirán responder de manera adecuada a la pregunta anterior, empleando la terminología correcta y expresando relaciones cualitativas y cuantitativas entre las variables que entran en juego.

Ya estudiaste que las presas se construyen para almacenar agua y así aumentar su energía potencial. Esta energía potencial es la responsable de generar un flujo a través de las compuertas una vez que estas se abren. El agua se moverá con mayor o menor rapidez, dependiendo de la cantidad de agua acumulada. La rapidez es una variable física que indica la distancia que recorre un cuerpo en movimiento a cada unidad de tiempo que transcurre. Por ejemplo, si un camión viaja con una rapidez de 80 km/hr, significa que recorre 80 km por cada hora que viaja. La rapidez de un cuerpo está relacionada con un tipo de **energía**, llamada **cinética** ( $E_c$ ), la cual se calcula por medio de la ecuación:

$$E_c = \frac{Mv^2}{2}$$

en donde  $M$  es la masa del objeto y  $v$  es su rapidez.



La energía mecánica es la suma de la energía cinética y la potencial de un objeto, y de acuerdo con el principio de conservación de energía, en caso de que no existan fuerzas como la fricción (que transforma la energía mecánica en energía térmica), la energía mecánica de un cuerpo en movimiento no cambia. Esto quiere decir que, toda pérdida de energía potencial se traducirá inevitablemente en una ganancia de energía cinética y viceversa, de tal forma que la suma de ambas siempre sea la misma.

Un objeto que se mueve sin fricción mantiene siempre su misma energía mecánica; sin embargo, hay situaciones en las que la energía cinética se convierte en potencial o viceversa, con la única condición de que la suma de ambas sea siempre la misma. Por ejemplo, suponiendo que no haya fricción, si pateamos una pelota hacia arriba en una calle inclinada, la pelota subirá ganando energía potencial, pero cada vez irá más lento, pues la energía cinética disminuirá; por el contrario, cuando la pelota se mueva de regreso, su altura será cada vez menor, y por consiguiente su energía potencial, pero su energía cinética aumentará pues cada vez se moverá más rápido.

### Ecuaciones cuadráticas

Como habrás notado, en la ecuación de la energía cinética aparece un tipo de función distinta de las que hemos estudiado, pues la energía depende de la rapidez elevada al cuadrado. Este es un ejemplo de las funciones polinomiales de segundo grado. Como las encontramos frecuentemente en el estudio de sistemas físicos, vale la pena dedicar un tiempo a su análisis.

Como recordarás, un **polinomio de segundo grado** se puede escribir de manera general como:

$$ax^2 + bx + c = 0$$

en donde  $a$ ,  $b$ ,  $c$  juegan el papel de parámetros fijos, mientras que  $x$  es la variable. Este tipo de polinomios se caracteriza por tener dos posibles soluciones o **raíces**, es decir, existen dos valores que al sustituirlos en la expresión satisfacen la condición de que el lado izquierdo sea igual a cero.

#### Más información en...

Zill, D. (2000). *Álgebra y trigonometría*. 2ª edición. Colombia: McGraw-Hill Interamericana.

#### Gestión del aprendizaje

En la naturaleza es casi imposible observar un movimiento en el que no inter venga la fricción, misma que se produce debido al roce de dos cuerpos. Incluso el aire es capaz de generar fricción, por lo que el principio de conservación de energía se cumple solo de manera aproximada.

En ese caso, una forma más completa de la conservación de energía tendría que decir que la energía total, que es igual a la energía mecánica más la energía disipada, no cambia.



### Actividad 12

Ahora, evalúa el dominio que tienes para la resolución de este tipo de ecuaciones. Para ello, consulta las fichas de resumen que elaboraste en el módulo *Representaciones simbólicas y algoritmos* o busca información utilizando fuentes bibliográficas o electrónicas acerca de las funciones cuadráticas o polinomios de segundo grado. Utiliza las siguientes preguntas para guiar tu búsqueda:

1. ¿Qué métodos existen para encontrar las raíces de un polinomio de segundo grado?

---



---

2. ¿Cuál es la fórmula general para la solución de polinomios de segundo grado?

---

3. ¿Qué características tiene la gráfica de una función cuadrática o polinomio de segundo grado?

---



---

#### glosario

**Análisis:** examen que se hace de cualquier realidad susceptible de estudio intelectual.

4. ¿Qué es el **discriminante** y cómo se utiliza para el **análisis** de las gráficas de funciones cuadráticas?

---



---



---

Coteja tus respuestas en el Apéndice 1.

La fórmula general para encontrar los valores de  $x$  que satisfacen la ecuación  $ax^2+bx+c=0$  es la siguiente:

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

En esta expresión se incluyen al mismo tiempo los dos posibles valores  $x_1, x_2$ , que satisfacen la ecuación. Para encontrar  $x_1$ , basta con tomar el signo más (+) que está antes de la raíz cuadrada para hacer una suma, y para encontrar  $x_2$  se toma el signo negativo (-), restando la raíz.

Así, por ejemplo, los dos valores que satisfacen la ecuación  $x^2 + 2x - 3 = 0$ , se calculan de la siguiente manera:

1. En primer lugar determinamos el valor de los coeficientes,  $a = 1$ ,  $b = 2$ ,  $c = -3$ .
2. Sustituimos estos valores en la fórmula general.

$$x_{1,2} = \frac{-2 \pm \sqrt{2^2 - 4(1)(-3)}}{2(1)}$$

3. Se hacen las operaciones que resultan.

$$x_{1,2} = \frac{-2 \pm \sqrt{4 + 12}}{2} = \frac{-2 \pm \sqrt{16}}{2} = \frac{-2 \pm 4}{2}$$

4. Se calculan por separado los valores de  $x_1$  y  $x_2$ .

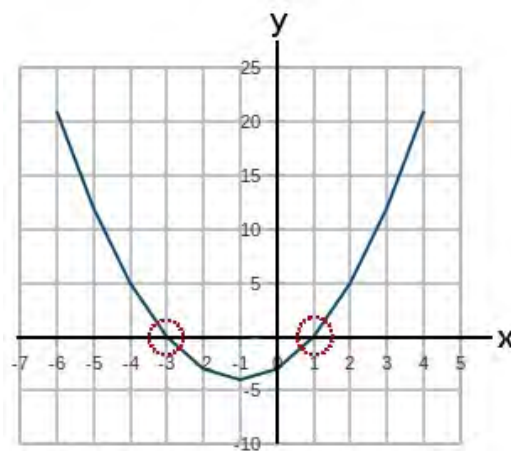
$$x_1 = \frac{-2 + 4}{2} = \frac{2}{2} = 1, \text{ y } x_2 = \frac{-2 - 4}{2} = \frac{-6}{2} = -3$$

5. Por último, se comprueba el resultado, sustituyendo los valores de  $x_1$  y  $x_2$  en la ecuación original, para corroborar que se satisface la igualdad.

Para  $x_1$ :  $(1)^2 + 2(1) - 3 = 1 + 2 - 3 = 0$ .

Para  $x_2$ :  $(-3)^2 + 2(-3) - 3 = 9 - 6 - 3 = 0$ .

Al graficar en el plano cartesiano una función del tipo  $y = ax^2 + bx + c$ , se obtiene una figura conocida como **parábola**.



La gráfica anterior resulta de la función  $y = x^2 + 2x - 3$ . Observa como la parábola corta al eje X precisamente en los puntos  $x_1$  y  $x_2$  que calculamos anteriormente con la fórmula general, es decir, en los puntos con coordenadas  $(-3,0)$  y  $(1,0)$ .

El valor  $b^2 - 4ac$  se conoce como el discriminante del polinomio  $ax^2 + bx + c$ . El discriminante nos puede dar información respecto de la gráfica de la función. Por ejemplo, si el discriminante es positivo, la gráfica de la función cortará al eje X en dos puntos distintos; por otro lado, si el discriminante es igual a cero, la fórmula general para resolver la ecuación cuadrática  $ax^2 + bx + c = 0$ , queda como  $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{0}}{2a} = \frac{-b}{2a}$ , lo que quiere decir que la gráfica de la función corta al eje X solamente en un punto. Finalmente, si el discriminante es negativo, la raíz cuadrada  $\sqrt{b^2 - 4ac}$  no tiene raíces reales, lo que indica que la gráfica no corta al eje X en ningún punto. Observa:

Discriminante	Ejemplo	Gráfica
$b^2 - 4ac > 0$	$y = x^2 - 4x + 2$ $b^2 - 4ac = 16 - 8 = 8$	
$b^2 - 4ac = 0$	$y = x^2 - 4x + 4$ $b^2 - 4ac = 16 - 16 = 0$	
$b^2 - 4ac < 0$	$y = x^2 - 4x + 6$ $b^2 - 4ac = 16 - 24 = -8$	

### Asesoría

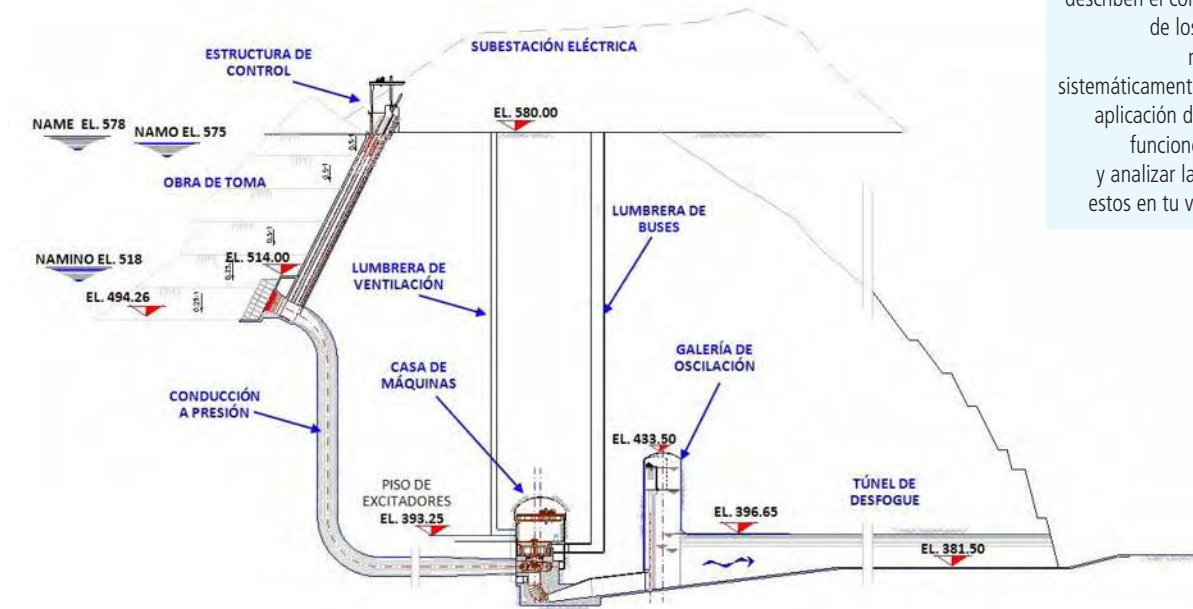
Desarrolla tus habilidades en el uso de funciones cuadráticas para la resolución de problemas.

Puedes encontrar un gran acervo de ejercicios de práctica en línea. Consulta la página "[http://www.vitutor.com/ecuaciones/2/2\\_e.html](http://www.vitutor.com/ecuaciones/2/2_e.html)" para encontrar una serie de ejercicios resueltos.



## Conversión de energía mecánica en eléctrica

El cuarto de máquinas de la central hidroeléctrica La Yesca lucirá como el del siguiente esquema:



Estás trabajando para comprender los conceptos de: flujo volumétrico y los principios de Bernoulli y Torricelli que describen el comportamiento de los fluidos, para representarlos sistemáticamente mediante la aplicación de relaciones y funciones al observar y analizar la presencia de estos en tu vida cotidiana.

Para poder producir energía eléctrica, la mayoría de las centrales eléctricas utilizan generadores cuyo funcionamiento se basa en el principio de inducción electromagnética, que estudiaremos en la segunda unidad de este módulo. Describiéndolo de manera muy simplificada, un generador consta de un eje que gira dentro del cuerpo del aparato para producir electricidad. Aunque el principio es el mismo, la manera de hacer girar el eje cambia en los distintos tipos de centrales eléctricas; por ejemplo, en una termoeléctrica, se quema gas, petróleo o carbón para evaporar agua y que el vapor a alta presión sea el que haga girar el eje, en una central eolieléctrica el responsable de producir el giro es el viento (como veremos en la unidad 3 de este módulo), y en el caso de las centrales hidroeléctricas, es el flujo de agua el agente generador de electricidad.

Las propiedades de los fluidos cambian cuando el fluido se mueve, y son estudiadas por una rama de la física conocida como hidrodinámica. El estudio de la hidrodinámica resulta ser básico en el diseño de instalaciones de una central hidroeléctrica, pues se requiere conocer las características de los fluidos que se mueven a través de las tuberías.



### UN MOMENTO DE REFLEXIÓN

Si el área de la tubería no cambia, existe una función entre el gasto y la rapidez del fluido, ¿puedes explicar por qué?

El **gasto** o **flujo másico** (o simplemente flujo) permite determinar el volumen de materia que se desplaza a través de una tubería. Es común encontrar la expresión matemática de esta relación en la siguiente forma:

$$Q = Av$$

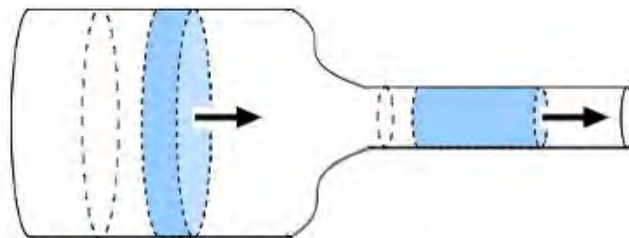
en donde la  $Q$  representa el gasto,  $v$  la rapidez del fluido y  $A$  el área transversal de la tubería.

Analiza tu respuesta y compárala con la siguiente: debemos asumir que el conjunto de todos los valores de rapidez posibles es el dominio, y que todos los valores de gasto el contradominio; en ese caso, si el área no cambia, para todos y cada uno de los elementos del dominio, existe sólo un valor del contradominio con el que se puede relacionar, cumpliendo así la condición que requieren las funciones. ¿Tu respuesta se parece a ésta?

Al inicio de la unidad demostramos que el agua es un fluido incompresible. En un fluido incompresible en movimiento, todas las partes se deben mover al mismo tiempo, pues el fluido no puede estirarse o comprimirse; una vez que una parte comienza a moverse, el resto se debe mover con ella (a menos que esa parte se separe del resto, como las gotas que se forman en una cascada). Se dice que algo es continuo cuando no se interrumpe; cuando tienes un montón de rocas (sólido) puedes apreciar perfectamente donde termina una y donde empieza la otra, en el caso de los fluidos no se puede hacer esto, ¿acaso puedes tener trozos de agua dentro de un vaso?



Un fluido incompresible, moviéndose a través de una tubería es continuo, es decir, no se interrumpe. Esta propiedad se traduce de la siguiente manera: el flujo a través de cualquier parte de la tubería es el mismo. Cuando el fluido se mueve por la misma tubería, esto puede parecer obvio, pero, ¿qué pasa si el área transversal de la tubería cambia? Dicho de otra manera, ¿qué sucede si la tubería se hace más grande o más pequeña? Al pasar entre dos tuberías cuyas áreas son distintas, se debe cumplir que  $Q_1 = Q_2$ , es decir, el gasto en la parte 1 debe ser igual al flujo en la parte 2.





En el caso en el que una tubería cambie de área, la ecuación de continuidad se puede escribir como:  $A_1v_1=A_2v_2$ . Al multiplicar el área transversal de la tubería por la rapidez del fluido, estamos calculando una especie de rapidez con la que se desplaza el volumen, que es equivalente al flujo de la tubería. Esta interpretación se puede hacer de forma más simple si se analizan las unidades que resultan de multiplicar el área transversal de la tubería ( $A$ ) por la rapidez del fluido ( $v$ ), cuyas unidades son  $m^2$  y  $m/s$  respectivamente, resulta en  $m^3/s$ , que es la unidad que se utiliza para medir el flujo.

Así, podemos ver que al modificar el área transversal de una tubería, se modifica también la rapidez del fluido; un fluido se moverá con mayor rapidez si pasa a una tubería cuya área transversal sea menor, y se moverá más lentamente si lo hace a una con área mayor. ¿En dónde has visto este fenómeno?

Al tapar parte de la boquilla de una manguera con tu dedo pulgar, reduces el área transversal de la manguera, haciendo que el agua salga con mayor rapidez. Si retiras tu dedo, el área aumenta y el agua sale con menor rapidez.

Una de las ecuaciones básicas para describir el comportamiento de fluidos en movimiento es la **ecuación de Bernoulli**.

La ecuación de Bernoulli relaciona distintas variables de un fluido en movimiento:

$P$ : la presión del fluido (Pa)

$D$ : la densidad del fluido ( $kg/m^3$ )

$v$ : la rapidez del fluido (m/s)

$g$ : la aceleración de la gravedad ( $9.8 m/s^2$ )

$h$ : la altura del fluido (m)

Todas estas variables se agrupan dentro de una ecuación que establece que la energía que posee el fluido en movimiento, sin fricción ni viscosidad, permanece constante a lo largo de su recorrido. La ecuación se escribe como sigue:

$$P + \frac{Dv^2}{2} + Dgh = \text{constante}$$

Podemos separar los términos de la ecuación para analizarlos con mayor detenimiento:

- $P$  se refiere a la presión del fluido.
- $\frac{Dv^2}{2}$  es un término que se asemeja a la energía cinética del fluido pero entre el volumen, así que podemos interpretarlo como la energía cinética que tendría  $1 m^3$  de fluido.



Para saber más

Daniel Bernoulli fue un físico y matemático holandés que nació en 1700 y murió en 1782. Fue miembro de una célebre familia de científicos, quienes contribuyeron con un sinnúmero de aportaciones al área de las matemáticas. Su obra principal, *Hidrodinámica*, se publicó en 1738 y en la cual desarrolla la idea de lo que más tarde se conoció como teorema de Bernoulli, así como los fundamentos de la moderna teoría cinética de los gases.



- $D g h$  es un término semejante a la energía potencial del fluido pero entre el volumen, así que podemos interpretarlo como la energía potencial que tendría un  $m^3$  de fluido.

La ecuación de Bernoulli nos permite modelar el comportamiento de un fluido en movimiento, y puede aplicarse siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- El flujo sea estacionario, lo que significa que la rapidez del flujo en un punto no varía con el tiempo.
- El fluido no sea viscoso.
- El fluido esté bajo la acción del campo gravitatorio únicamente.

A partir de esta ecuación es posible estudiar muchas de las propiedades de un fluido en movimiento. Por ejemplo, en una tubería en la que la altura sea siempre la misma (y en donde la densidad del fluido también lo sea), un cambio en la presión del fluido se verá reflejado en un cambio en la rapidez del flujo. Veamos la razón.

Se va a comparar la presión y rapidez de flujo en dos instantes diferentes, por lo que las llamaremos  $P_1$  y  $v_1$  en el primer instante y  $P_2$  y  $v_2$  en el segundo. De acuerdo con la ecuación de Bernoulli, la combinación  $P + \frac{Dv^2}{2} + D \cdot g \cdot h$  debe permanecer sin cambio, por lo que podemos escribir que:

$$P_1 + \frac{Dv_1^2}{2} + D \cdot g \cdot h_1 = P_2 + \frac{Dv_2^2}{2} + D \cdot g \cdot h_2$$

Dado que  $h_1 = h_2$ , podemos eliminar ese término y obtenemos que:

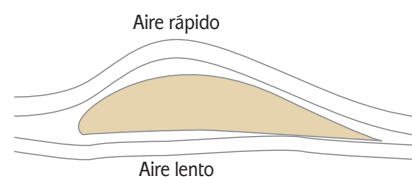
$$P_1 + \frac{Dv_1^2}{2} = P_2 + \frac{Dv_2^2}{2}$$

Para conservar la igualdad, es claro que si  $P_2$  es más pequeño que  $P_1$ , es necesario que  $v_2$  sea mayor que  $v_1$ , es decir, la rapidez del flujo deberá ser mayor en caso de que disminuya la presión.

Con lo que acabas de estudiar, puedes explicar, por ejemplo, el mecanismo de vuelo de un avión. La clave para resolver el misterio consiste en analizar la forma del **aditamento** fundamental de un avión: las alas.

#### glosario

**Aditamento:** pedazo o parte que se añade a un objeto.



Como habrás notado, debido a la forma del ala, el aire circula de manera distinta por arriba y por abajo. Aplicando lo que aprendiste de continuidad, es fácil ver que como el aire que pasa por arriba tiene que recorrer una mayor distancia, debe viajar más rápido. Utilizando la ecuación de Bernoulli se puede explicar lo que sucede con la presión por debajo y por arriba del ala y retomando la definición de presión se puede explicar el origen de la fuerza que empuja al avión hacia arriba (llamada fuerza de sustentación).

¡Adelante! Explica por qué vuela un avión, utilizando los términos que acabas de aprender. Asegúrate de incorporar en tu respuesta el papel que juegan la ecuación de continuidad y la de Bernoulli.

---



---



---



---



---



Ahora bien, los aviones son propulsados por motores que aceleran el aire en su interior. Estos motores funcionan por medio de combustible que consumen para hacer girar un sistema de aspas, que a su vez mueve el aire. Esta idea se aplica en los generadores eléctricos, pero en sentido inverso: se aprovecha la corriente de un fluido que se mueve rápidamente para que haga girar las aspas de una turbina; esta turbina se acopla a un generador que, como mencionamos anteriormente, convierte energía mecánica en eléctrica.

 **Asesoría**

Para reforzar tus aprendizajes y conocimientos acerca del tema estudiado, puedes revisar una serie de videos en You tube que te permitirán observar gráficos animados, y explicaciones formales en los temas de hidrodinámica y aerodinámica. Las siguientes son algunas recomendaciones:

- <[http://www.youtube.com/watch?v=Bi5Rlp\\_t9zQ&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=Bi5Rlp_t9zQ&feature=related)>
- <<http://www.youtube.com/watch?v=c8N5CCRWOG4&feature=related>> <[http://www.youtube.com/watch?v=\\_ha7BxLlal&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=_ha7BxLlal&feature=related)> [Consulta 12/02/2012]

La ecuación de Bernoulli también permite calcular la rapidez de salida del agua por la compuerta de una presa.

El mismo procedimiento que vamos a seguir aquí se puede utilizar para el cálculo de la velocidad de salida de un líquido por el orificio de un recipiente (siempre que el orificio quede por debajo del nivel del líquido), siendo la sección del orificio muy pequeña comparada con la de la superficie libre del recipiente.

En el caso de una presa, la superficie de agua almacenada es mucho mayor que el tamaño de la compuerta por donde sale el agua, en consecuencia, el nivel del líquido en la presa descenderá muy lentamente, con una rapidez  $V_1$  cercana a cero, por lo que podemos imaginarla nula. Además, la presión en la superficie  $P_1$ , y en la compuerta de salida  $P_2$ , es la presión atmosférica, así que, sustituyendo estos datos en la ecuación de Bernoulli, se obtiene:

$$P_{atm} + D \cdot g \cdot h_1 = P_{atm} + \frac{Dv_2^2}{2} + D \cdot g \cdot h_2$$

en donde  $h_1$  es la altura del nivel en el que se encuentra el agua de la presa, y  $h_2$  la altura de la compuerta, ambas medidas desde cierta referencia, que podría ser el fondo de la presa (en realidad no importa cual sea la referencia, como veremos a continuación).

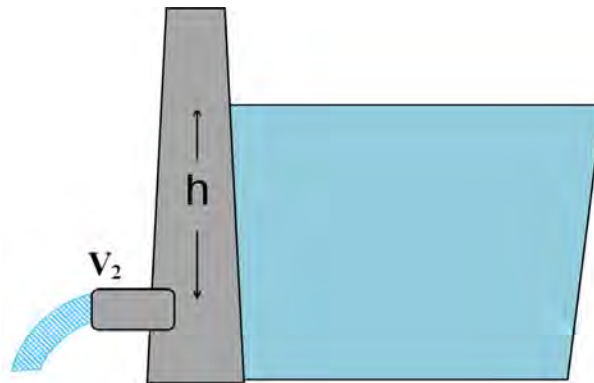
Simplificando la ecuación anterior, obtenemos que:

$$g \cdot h_1 = \frac{v_2^2}{2} + g \cdot h_2$$

y despejando el valor de  $v_2$  queda:

$$v_2 = \sqrt{2g(h_1 - h_2)} = \sqrt{2gh}$$

en donde  $h$  se refiere únicamente a la diferencia entre las dos alturas.

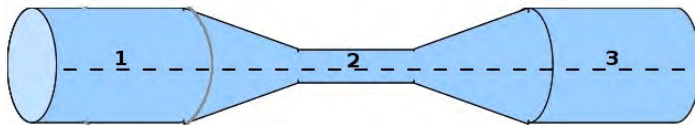


La ecuación que acabamos de obtener,  $v_2 = \sqrt{2gh}$ , se conoce con el nombre de **ecuación de Torricelli**, y se puede aplicar siempre que se quiera calcular la rapidez de salida de un fluido contenido en un recipiente cuya superficie sea mucho mayor a la del orificio.



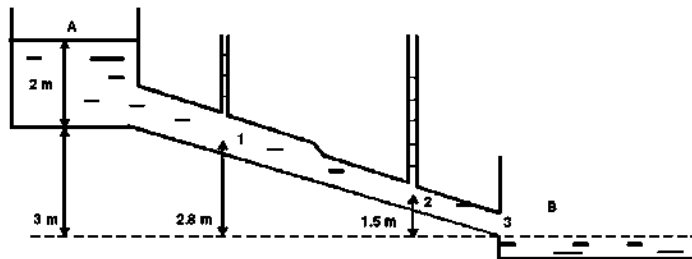
Analiza las siguientes situaciones y responde las preguntas.

1. La siguiente imagen muestra una tubería por la que circula agua.



Estás trabajando para despejar variables relacionadas con el concepto: flujo volumétrico, y los principios de Bernoulli y Torricelli de manera analítica y sistemática en la solución de problemas de tu entorno.

- a) Explica cómo es la rapidez del flujo de agua en el punto 2 comparada con la del punto 1.
  - b) Explica cómo es la rapidez del flujo de agua en el punto 3 comparada con la del punto 1.
2. Los depósitos de agua A y B, están conectados por una tubería de sección variable. El nivel de agua en el depósito A es de 2 m y el desnivel entre ambos depósitos es de 3 m. El radio en el tramo de tubería 1 es 30 cm, reduciéndose a la mitad en el punto 2 y a un tercio en el punto 3. Suponiendo que  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



Calcula:

- a) La rapidez con la que sale el agua hacia el depósito B (punto 3), suponiendo que los depósitos son muy grandes comparados con el radio de la tubería.

b) El flujo en el punto 3 expresado en l/s.

c) La rapidez del agua en los puntos 1 y 2.

Consulta el Apéndice 1, al final de esta unidad, si necesitas alguna pista para resolver los problemas, o bien, con la finalidad de verificar tus respuestas. Si sigues teniendo dudas, busca el apoyo de una persona cercana a ti que cuente con conocimientos de matemáticas y física, o bien acude a los Centros de Servicios de Preparatoria Abierta, en los que podrás solicitar el servicio de Asesoría Académica.

Como habrás concluido, conocer las principales propiedades y leyes que rigen el comportamiento de los fluidos ha redituado en grandes beneficios para la humanidad. Tú mismo puedes sacar provecho de lo que has aprendido, al aplicarlo, por ejemplo, en reparaciones de la instalación hidráulica en tu casa o trabajo.



CIERRE



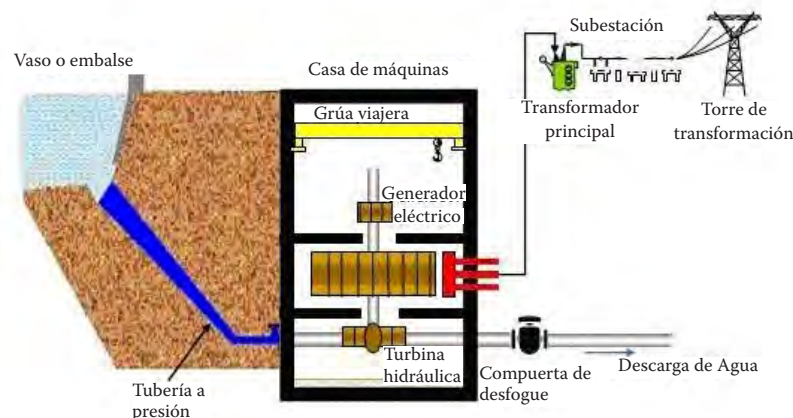
Estás trabajando para utilizar de manera autónoma los conceptos y principios de los fluidos desarrollados en esta unidad en la explicación de situaciones de la vida cotidiana, para proponer líneas de acción que ayuden a mejorar tu comunidad, estado, región, país o el mundo.

A lo largo de la unidad has estudiado los principios físicos para explicar las propiedades de los fluidos estáticos y en movimiento. Has adquirido destreza en el manejo de herramientas matemáticas como las funciones y la solución de ecuaciones de primer y segundo grado. Los conocimientos y habilidades adquiridas te facilitan la comprensión del mundo en el que vivimos, pues el aire y el agua (ambos son fluidos) son fundamentales en él.

Ahora bien, iniciamos esta unidad hablando de la central hidroeléctrica El Cañón, en Nayarit, y formulamos la siguiente pregunta:

**¿Qué tipo de energía es la que se transforma en energía eléctrica en una planta hidroeléctrica?**

Ahora cuentas con los conocimientos necesarios para responder.



La presa provoca que el agua se acumule dentro de una cuenca, lo que hace que se incremente la altura del líquido y con ello su energía potencial. El muro que sostiene la presa debe ser cuidadosamente construido pues debe soportar en el fondo el incremento de la presión hidrostática producida por el agua (no olvidemos que esta presión es también la responsable de que floten las embarcaciones de los pescadores en la superficie). Una vez que se almacena suficiente agua, se deja que pase a través de tuberías situadas en la base de la presa con rumbo al cuarto de máquinas que se ubica varios metros más abajo. Se genera un flujo de agua por las tuberías impulsado por la conversión de energía potencial en energía cinética. La rapidez del flujo se puede calcular por medio de la ecuación de continuidad y, a su vez, es posible utilizar también la ecuación de Bernoulli para calcular la presión del agua en su camino al cuarto de máquinas. Una vez en el cuarto de máquinas, el flujo de agua hace girar las turbinas de los generadores eléctricos, lográndose así la conversión de la energía mecánica del fluido en energía eléctrica.

## Autoevaluación

Para concluir responde, de forma honesta y sincera, las siguientes preguntas

Marca la opción que consideres adecuada, tomando como base el estudio, la realización de las actividades de aprendizaje y experimentales, tanto las que se incluyen en el texto como las que hayas realizado por tu cuenta, y las que hayas recibido en sesiones de asesoría.

¿Identificas y comprendes los siguientes conceptos y su aplicación?	Sí	No
Fluido		
Densidad		
Presión		
Presión hidrostática		
Energía potencial		
Energía cinética		
Gasto o flujo		
Principio de Arquímedes		
Principio de Pascal		
Relaciones y funciones		
Funciones polinomiales de grado uno		
Funciones polinomiales de grado dos		

Consideras que posees las habilidades necesarias para:	Sí	No
Describir las propiedades de un fluido en reposo		
Describir las propiedades de un fluido en movimiento		
Calcular la densidad de un fluido		
Calcular la presión hidrostática de un fluido		
Calcular la energía mecánica de un móvil		
Resolver problemas utilizando la ecuación de continuidad		
Resolver problemas utilizando la ecuación de Bernoulli		
Resolver problemas utilizando la ecuación de Torricelli		
Despejar variables en una ecuación		
Resolver ecuaciones de primer grado		
Resolver ecuaciones de segundo grado		

En caso de que hayas respondido de manera negativa alguna de las opciones, es recomendable que vuelvas a estudiar la sección correspondiente. En el caso de que un tema te resulte particularmente difícil, procura consultar otras fuentes de información, como libros de matemáticas y física, o bien, fuentes electrónicas; en este último caso, no olvides validar la veracidad de las fuentes. Si sigues teniendo dudas, busca el apoyo de una persona cercana a ti que cuente con conocimientos de matemáticas y física o bien acude a los Centros de Servicios de Preparatoria Abierta, en los que podrás solicitar el servicio de Asesoría Académica.

Para finalizar, te invitamos a reflexionar sobre tu desempeño:

- ¿Actuaste de manera responsable en el estudio de la unidad?
- ¿Realizaste de manera ordenada tus actividades?
- ¿Relacionaste los conceptos y principios estudiados con situaciones de tu entorno?

Lo ideal sería que respondieras de manera afirmativa a las tres preguntas, pero de no ser así, reflexiona acerca de las razones que te impidieron hacerlo y busca alternativas que te permitan lograrlo.





## Electricidad y magnetismo

### ¿Qué voy a aprender y cómo?



En esta unidad estudiarás los conceptos de electricidad y magnetismo, así como las leyes que los relacionan para aplicar a situaciones de la vida cotidiana, en actividades concretas como el funcionamiento de los aparatos eléctricos. La herramienta principal para lograr tu aprendizaje es un trabajo arduo y constante. Tendrás que superar obstáculos que se interpondrán en tu camino, pero, tienes las habilidades y capacidades para concluir el módulo exitosamente.

## ¿Con qué propósito?

El propósito de esta unidad es que comprendas y resuelvas situaciones de la vida cotidiana vinculadas con la electricidad, magnetismo y electromagnetismo, mediante el conocimiento y el uso adecuado de sus conceptos, además de conocer los modelos matemáticos que describen a cada una de las situaciones.

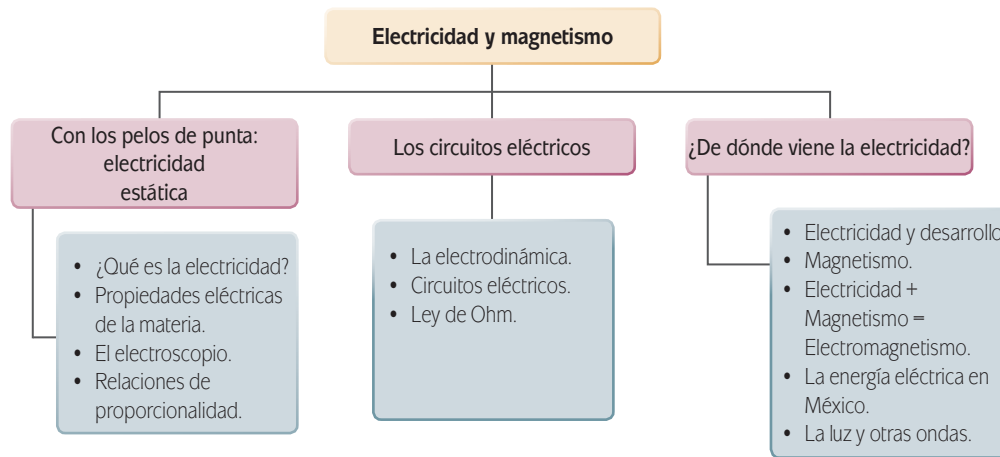
## ¿Qué saberes trabajaré?

En esta unidad trabajarás con saberes del área matemática y de las ciencias experimentales, para comprender, de manera sencilla y elemental, los fenómenos más comunes de tu entorno relacionados con las propiedades eléctricas y magnéticas de la materia tales como: instalaciones eléctricas, dispositivos electrónicos que utilizan baterías y generadores eléctricos.

Para facilitar tu trabajo, la unidad se estructura en tres secciones: en la primera, denominada *Con los pelos de punta*, centrarás tu atención en el concepto de electricidad estática, invitándote a observar de manera racional los fenómenos que vives día a día, analizando desde la óptica de la física algo tan simple como por qué a veces te puedes peinar fácilmente y otra veces no tanto. En la segunda sección, *Circuitos eléctricos*, estudiarás la teoría básica que existe detrás del funcionamiento de un aparato eléctrico y te permitirá reflexionar acerca de la importancia de la energía eléctrica; y la última sección, es, *¿De dónde viene la electricidad?*, la cual busca darte a conocer los mecanismos de producción de electricidad y te ubica en el caso particular de la infraestructura generada en México por la Comisión Federal de Electricidad. El conjunto de conocimientos que adquieras en esta unidad te permitirán tomar conciencia del uso responsable de las energías y de la necesidad que se tiene actualmente de buscar alternativas no contaminantes para la generación de electricidad.

## ¿Cómo organizaré mi estudio?

La unidad comprende tres secciones en las cuales irás construyendo tu propio aprendizaje a partir de las actividades que se te proporcionarán a lo largo del material. Verás que podrás adquirir aprendizajes que te permitirán entender los fenómenos o situaciones a las cuales te enfrentas diariamente.



Para la organización de tu trabajo sería recomendable que tomes en cuenta las siguientes sugerencias:

- Requieres un estimado de 25 horas, para lo cual te proponemos realizar una distribución de tu tiempo de la siguiente manera:

Sección	Tiempo sugerido (horas)
1. Con los pelos de punta. Electricidad estática	7
2. Los circuitos eléctricos	8
3. ¿De dónde viene la electricidad?	10

- Es recomendable seguir el orden dispuesto, debido a que el proceso va construyendo saberes cada vez más complejos, que requieren lo que has ido aprendiendo con anterioridad.
- Para la resolución de la unidad necesitarás tu libro, hojas sueltas, lápiz, bolígrafo, borrador y sacapuntas.
- Durante las tres secciones es indispensable utilizar una computadora conectada a Internet. Si no tienes una, busca dónde puedes tener acceso a ella.

## ¿Cuáles serán los resultados de mi trabajo?

Para lograr el propósito de la unidad es importante que conozcas lo que aprenderás en cada una de las secciones.

En la sección 1, aprenderás a:

- Describir los conceptos: carga eléctrica, campo eléctrico y la ley de Coulomb, que explican el comportamiento de la electricidad, para representarlos sistemáticamente mediante la aplicación de relaciones y funciones al observar y analizar la presencia de estos en tu vida cotidiana.
- Diferenciar ecuaciones matemáticas de primer y segundo grado utilizando los conceptos (carga eléctrica y campo eléctrico) y ley (Coulomb) de la electricidad y el magnetismo que se abordan en esta unidad, para apoyar tu comprensión.

- Comprender los modelos matemáticos ( $F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$ ,  $E = \frac{F}{q}$ ) que representan conceptos y leyes de la electricidad, para aplicarlos en el estudio de problemas o experimentos que se presentan en el entorno o en la vida cotidiana.
- Aplicar de manera sistemática los modelos matemáticos ( $F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$ ,  $E = \frac{F}{q}$ ) que representan los conceptos y leyes que rigen el comportamiento de las cargas eléctricas, en la solución de problemas prácticos relacionados con tu entorno inmediato y/o la vida cotidiana, para obtener resultados cuantitativos.
- Identificar las leyes de la electricidad por los conceptos que intervienen en sus modelos matemáticos para aplicarlos en situaciones sobre estas temáticas que se presentan en la vida cotidiana.

En la sección 2, aprenderás a:

- Describir los conceptos: energía potencial eléctrica, potencial eléctrico, intensidad de corriente eléctrica, voltaje, resistencia, potencia, y leyes: Ohm, Watt y Joule que explican el comportamiento de la electricidad, para representarlos sistemáticamente mediante la aplicación de relaciones y funciones al observar y analizar la presencia de estos en la vida cotidiana.
- Reconocer las unidades de medición de los conceptos relacionados con la electricidad.
- Despejar variables relacionadas con los conceptos: energía potencial eléctrica, potencial eléctrico, intensidad de corriente eléctrica, voltaje, resistencia y potencia, y leyes: Ohm, Watt y Joule de manera analítica y sistemática para apoyar la solución de problemas que reflejan situaciones eléctricas de tu entorno.
- Relacionar las leyes electromagnéticas para comprender el funcionamiento de los equipos eléctricos de tu vida cotidiana.
- Comprender y aplicar de manera sistemática los modelos matemáticos ( $E_p = \frac{kq_1 q_2}{r}$ ,  $V = \frac{E_p}{q}$ ,  $I = \frac{q}{t}$ ,  $V = RI$ ,  $P = \frac{W}{t}$ ,  $P = VI$ ,  $Q = VIt$ ) que representan conceptos y leyes de la electricidad, para aplicarlos en el estudio de problemas o experimentos que se presentan en tu entorno o en la vida cotidiana, para obtener resultados cuantitativos.

En la sección 3, aprenderás a:

- Describir el concepto: campo magnético, y las leyes: Ampère y Faraday que explican el comportamiento de la electricidad y el magnetismo, para representarlos sistemáticamente mediante la aplicación de relaciones y funciones al observar y analizar la presencia de estos en la vida cotidiana.
- Relacionar las leyes electromagnéticas para comprender el funcionamiento de los equipos eléctricos de tu vida cotidiana.
- Identificar las leyes de la electricidad y el magnetismo por los conceptos que intervienen en sus modelos matemáticos para aplicarlos en situaciones sobre estas temáticas que se presentan en tu vida cotidiana.
- Comprender el modelo matemático ( $B = \frac{\mu_0 I}{r}$ ) que representa conceptos y leyes del magnetismo, para aplicarlos en el estudio de problemas o experimentos que se presentan en tu entorno o en tu vida cotidiana.
- Utilizar de manera responsable los conceptos (carga eléctrica, campo eléctrico, energía potencial eléctrica, potencial eléctrico, intensidad de corriente eléctrica, voltaje, resistencia, potencia, campo magnético) y leyes (Coulomb, Ohm, Ampère, Watt, Joule y Faraday) de la electricidad y el magnetismo en la explicación de situaciones de tu vida cotidiana, para proponer líneas de acción que ayuden a mejorar tu comunidad, estado, región, país o mundo.

## INICIO

Vivimos en una época en la que las tareas cotidianas no requieren de mucho esfuerzo. Imagínate que estás viviendo en el mundo de hace 200 años, y tu primo, quien quiere avisarte que ha nacido su primera hija, vive en una población alejada de la que tú vives. Tu primo enviaría a un mensajero que tendría que cabalgar durante tres días para poder llegar por fin al lugar donde vives y decirte: “Manda decir tu primo que ha nacido su hija”, así que tu encargas que el mensajero le responda: “¡Felicidades!”. Una semana después de recibir el primer mensaje, recibes un segundo mensaje que dice: “Estamos muy contentos, es una hermosa nena. ¿Quieres conocerla?”. Le respondes a tu primo que te gustaría mucho conocerla, así que él encarga un retrato de la pequeña a un pintor, quien tarda dos semanas en pintar el retrato, más los tres días del viaje del mensajero que transporta la pintura, suman un poco más de un mes. Sorprendente, ¡un mes para conocer a la hija de tu primo! Actualmente no tardaría más allá de dos minutos tomar una foto y enviarla a través del celular, ¿cierto?

En esta unidad descifraremos los misterios que se ocultan detrás del funcionamiento de los aparatos eléctricos que hacen más cómoda nuestra vida. En primer lugar, estudiaremos el concepto de electricidad, después, revisaremos la función de las baterías en los aparatos eléctricos y, por último, analizaremos la relación entre la electricidad y el magnetismo, estudiando las formas como se genera la electricidad en México.

Antes de iniciar nuestro viaje a través del conocimiento, es importante que reflexiones sobre las preguntas que se muestran a continuación, las cuales agrupan en gran medida los saberes que se abordan en la unidad. Anota tus ideas en el espacio provisto.

1. ¿Por qué el cabello de las personas se esponja más en días secos que en días nublados?

---



---

2. ¿Qué papel desempeña la batería en un aparato eléctrico?

---



---

3. ¿Cómo se genera la energía que alimenta las instalaciones eléctricas de los hogares en México?

---



A lo largo de esta unidad, aprenderemos que la carga eléctrica es una propiedad fundamental de la materia y conoceremos los efectos que produce cuando se encuentra estática y cuando está en movimiento; además, entenderemos la relación entre electricidad y magnetismo. Al mismo tiempo, analizaremos las formas matemáticas que integran las leyes de la teoría electromagnética y utilizaremos dichas leyes en la solución de problemas. Todos estos conocimientos y competencias, te permitirán responder de manera clara y precisa los cuestionamientos anteriores y te proporcionarán todas las herramientas que necesitas para que te enfrentes a una problemática particularmente importante en nuestros días: la generación de energía por fuentes no contaminantes. ¿Estás listo? ¡Adelante!

## DESARROLLO



## SECCIÓN 1 Con los pelos de punta: electricidad estática

### ¿Qué es la electricidad?

La **electricidad** se define formalmente como una propiedad fundamental de la **materia** que se manifiesta por la atracción o repulsión entre sus partes, originada por la existencia de electrones, con carga negativa, o protones, con carga positiva. Por propiedad fundamental, se entiende que toda la materia, por el hecho de ser materia, tiene carga eléctrica; esto es equivalente a decir que una propiedad fundamental del ser humano vivo es el latido del corazón: no puede haber seres humanos vivos si no late su corazón.

La palabra electricidad proviene de la palabra griega que se utilizaba para llamar al **ámbar**: elektron.

Uno de los grandes pensadores griegos, considerado entre los primeros filósofos de la antigua Grecia, Tales de Mileto, se dio cuenta que después de frotar un pedazo de ámbar contra su túnica de tela, podía levantar pequeñas hojas o granos de polvo con él, como si tuviera pegamento.

En la época moderna, el estudio formal de la electricidad inició en el siglo XVII, aunque generalmente los fenómenos observados eran considerados como atracciones de feria. Poco a poco, la gente se dio cuenta de todo el provecho que podría obtener del dominio de esta propiedad de la materia, por lo que el desarro-

#### glosario

**Materia:** realidad espacial y perceptible por los sentidos, que, junto con la energía constituyen el mundo físico.

**Ámbar:** resina fósil de los árboles, de color amarillo más o menos oscuro, opaca o semitransparente, muy ligera, dura y quebradiza, que arde fácilmente, con buen olor, y se emplea en cuentas de collares, entre otros.

llo de tecnologías basadas en electricidad se fue volviendo más popular, hasta llegar a lo que conocemos hoy en día.

Haz una lista de cinco aparatos eléctricos que utilices de manera cotidiana.

## Propiedades eléctricas de la materia

Existen algunas manifestaciones extraordinarias de la electricidad, como por ejemplo, un relámpago o las enormes torres de alta tensión que atraviesan el país. Sin embargo, ¿sabías que un **fenómeno** tan simple como manchar la ropa con salsa también involucra electricidad? De hecho, todos los fenómenos que ocurren en la naturaleza suceden debido a la acción de una de las cuatro fuerzas fundamentales en la naturaleza, de las cuales por cierto, dos tienen que ver únicamente con fenómenos que suceden en el núcleo de los átomos, por lo que la lista se reduce sólo a dos. Todo fenómeno que observamos cotidianamente tiene su origen en sólo dos posibilidades: fuerzas gravitacionales o fuerzas electromagnéticas.

Las fuerzas gravitacionales pueden hacer que todas las cosas caigan hacia abajo, que nuestros pies estén pegados a la Tierra, también originan la presión hidrostática, las mareas, que la Luna gire alrededor de la Tierra y ésta alrededor del Sol. Por otro lado, la interacción electromagnética es la responsable de casi todo lo demás; de hecho, es gracias a la interacción electromagnética que podemos ver, sentir, oler, incluso, pensar. Tan importante es este fenómeno. ¿Qué dices? Vale la pena estudiarlo, ¿no es así?

### Límites del conocimiento

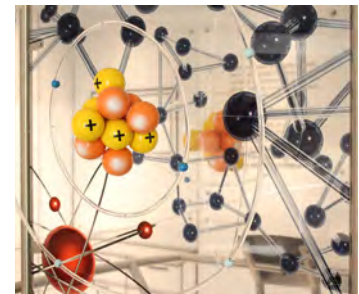
Hace algunos años se pensaba que existían cuatro interacciones fundamentales en la naturaleza: nuclear fuerte, encargada de mantener juntos a los protones y neutrones en el núcleo atómico, nuclear débil, responsable de un proceso radiactivo que rompe a los neutrones conocido como desintegración beta, electromagnética, generada por la carga eléctrica de la materia y la gravitacional, generada por la masa. Los trabajos más importantes en física teórica han tratado de relacionar estas interacciones, logrando incluir en una sola teoría, llamada teoría de la gran unificación, las interacciones electromagnética y nucleares fuerte y débil. Actualmente se realizan grandes esfuerzos por generar una teoría que incluya a su vez a la gravedad, que se llamaría la Teoría del todo. Se tiene la expectativa de que la unificación se logre a través de la Teoría de Cuerdas o la Teoría M.



Estás trabajando para describir los conceptos: carga eléctrica, campo eléctrico y ley de Coulomb, que explican el comportamiento de la electricidad para representarlos sistemáticamente mediante la aplicación de relaciones y funciones al observar y analizar a presencia de estos en la vida cotidiana.

### glosario

**Fenómeno:** toda manifestación que se hace presente a la consciencia de un sujeto y aparece como objeto de su percepción.





## UN MOMENTO DE REFLEXIÓN

¿Por qué el cabello de las personas se esponja más en días secos que en días nublados?

Hablando del cabello difícil de peinar, frecuentemente se hace referencia a la palabra “estática”. ¿Sabes en dónde se originó esa palabra? La expresión proviene del término electricidad estática, que se refiere a los efectos que producen las cargas eléctricas que no se mueven.

El conocimiento actual de la electricidad indica que la materia tiene una propiedad llamada **carga eléctrica**, que se define como la cantidad de electricidad que hay en un objeto. La carga es una propiedad que determina qué tan intensa es la interacción eléctrica que puede tener un objeto. En el Sistema Internacional de Unidades, se define a la unidad de carga eléctrica como el **Coulombio** (Coulomb en inglés, nombre más común en términos científicos), y equivale a la carga total transportada en un segundo por una corriente eléctrica de 1 Amperio.

Es posible identificar algunas propiedades de la carga eléctrica:

- ▣ Se conserva, es decir, no puede aparecer o desaparecer carga por arte de magia. Siempre que en un lugar se mida una cantidad de carga mayor a la que había antes, se debe a que se transportó desde otro lado.
- ▣ Es invariante, es decir, no importa si se mide en reposo o en movimiento, el valor de la carga es el mismo.
- ▣ Está cuantizada, es decir, existe un valor de carga eléctrica fundamental, a saber, la carga del protón o el electrón, y todos los objetos tienen siempre un valor de carga igual a un múltiplo entero de ese valor fundamental. Dicho de otra manera, en la naturaleza no se pueden encontrar fracciones de protones o electrones, solo existen enteros.



Ahora bien, ¿alguna vez has escuchado la expresión: “polos opuestos se atraen”? Esta expresión proviene de los dos tipos distintos de interacción que se observa entre distintos objetos cargados, lo que lleva a la conclusión de existen dos tipos distintos de carga. Hay dos tipos de cargas, llamadas positivas y negativas. Es posible diferenciarlas por la forma en la que interactúan entre ellas. Dos cargas iguales, es decir, dos positivas o dos negativas interactúan de forma que ambas cargas se repelen o alejan; por el contrario, si las cargas son opuestas, una negativa y otra positiva, se atraen. Pero, ¿cómo podemos estar seguro de que existen dos tipos de carga? ¡Piénsalo! Imagina que tienes los ojos cerrados y alguien te da a probar una paleta; la primera vez que la pruebas el sabor te resulta agradable, pero cuando te dan a probar de nuevo, el sabor es distinto y no te gusta. ¿Qué posible conclusión puedes inferir de esto? Pues que la paleta tiene dos sabores distintos, ¿no es verdad? Lo mismo sucede con las cargas, pues es posible observar dos tipos distintos de interacción entre ellas.

De manera natural, los objetos tienden a ser eléctricamente neutros. Esto no quiere decir que no tengan carga, sino que tienen un equilibrio entre el número de

cargas positivas y negativas que contienen. Sin embargo, es posible obligar a un objeto a tener un exceso de carga positiva o negativa, y las dos formas más comunes de electrizar un cuerpo son fricción o inducción. En la fricción, se frotan dos objetos uno contra otro de tal forma que las cargas eléctricas negativas que se desprenden de uno se depositan en el otro. En la inducción, un objeto originalmente neutro, se pone en presencia de otro objeto cargado negativamente, la fuerza de repulsión entre el cuerpo cargado y los electrones del objeto neutro hace que estos se desplacen a la parte que más alejada se encuentra del cuerpo cargado, quedando la región más cercana con una carga positiva; cabe resaltar, que la carga neta del objeto sigue siendo neutra, pero tiene una región con carga positiva y otra con carga negativa.

Gracias a los estudios de carácter científico que se realizaron hacia finales del siglo XVIII, fue posible determinar de manera cuantitativa, es decir, mediante una ecuación matemática, la interacción eléctrica entre dos objetos cargados. La **ley de Coulomb** establece que la magnitud de la fuerza de atracción o repulsión entre dos cuerpos cargados eléctricamente es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa.

Formalmente, en la ley de Coulomb intervienen las siguientes variables físicas:

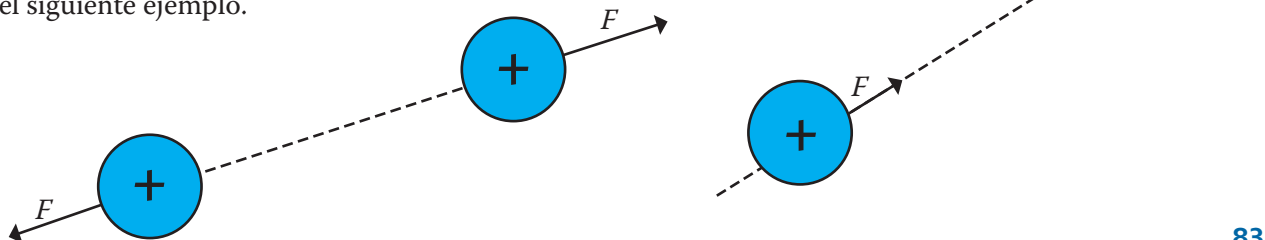
- ▣ La carga eléctrica del primer cuerpo,  $q_1$
- ▣ La carga eléctrica del segundo cuerpo,  $q_2$
- ▣ La distancia entre los cuerpos,  $r$  (en algunos textos se representa también como  $d$ ).

El primer científico en estudiar formalmente la interacción entre objetos cargados fue Charles Coulomb. Él encontró que entre objetos cargados aparece una fuerza cuya magnitud es directamente proporcional al producto de las cargas de los objetos e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. Este enunciado es conocido como la ley de Coulomb y para dos cargas puntuales (objetos cuya carga se puede imaginar como si estuviera concentrada en un punto) se puede escribir de la siguiente manera:

$$F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$$

en donde  $q_1$  y  $q_2$  se refieren a la carga de los objetos,  $r$  la distancia de separación entre ellos y  $k$  es la llamada constante de Coulomb, cuyo valor es  $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ .

En cuanto a su dirección, la fuerza eléctrica se dirige sobre la línea recta que une el centro de los objetos cargados, aunque como mencionamos anteriormente, será repulsiva si tienen la misma carga y atractiva si las cargas son distintas. Observa el siguiente ejemplo.



Estás trabajando para comprender los modelos matemáticos

$$(F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}, E = \frac{f}{q})$$

que representan conceptos y leyes de la electricidad, para aplicarlos en el estudio de problemas o experimentos que se presentan en tu entorno o en la vida cotidiana.



Para saber más

Charles Augustin de Coulomb fue un físico e ingeniero francés nacido en 1736. Entre sus contribuciones más destacadas se cuenta el haber descrito de manera matemática la ley de atracción entre cargas eléctricas. Se destacó también en estudios de la torsión de materiales y mecánica de suelos. Murió en 1806.

La fuerza eléctrica descrita por la ley de Coulomb se puede observar a cada momento en la naturaleza. Por ejemplo, seguramente has observado a alguien pegar un globo a la pared frotándolo con su cabello. ¿Cómo se puede explicar este fenómeno?

El globo se electriza por fricción al frotarlo en el cabello, por lo que queda cargado eléctricamente. Esta carga eléctrica interactúa con las cargas en la pared y se produce una fuerza de atracción, que de acuerdo con la ley de Coulomb, será más grande mientras mayor sea la carga del globo (por esa razón volvemos a frotar el globo en el cabello si no se pega a la pared).

Resolvamos un problema para observar detalladamente la forma de utilizar la ley de Coulomb. Sabemos que la materia está compuesta por átomos, y que estos a su vez se forman a partir de protones, neutrones y electrones; los protones tienen carga eléctrica positiva, los electrones negativa y los neutrones ninguna de las dos. Los protones de un átomo se localizan en su núcleo, separados tan sólo  $2 \times 10^{-15} \text{ m}$  aproximadamente. Como los protones tienen carga positiva, existe entre ellos una fuerza eléctrica repulsiva que trata de separarlos, sin embargo, hay otra fuerza atractiva que los mantiene juntos, llamada fuerza nuclear. Calculemos la intensidad de la fuerza nuclear necesaria para igualar a la fuerza de repulsión eléctrica.

Para calcular la magnitud de la fuerza eléctrica, utilizamos la ley de Coulomb, así que lo primero que necesitamos es conocer el valor de la carga de los protones y la separación entre ellos. La carga de un protón es un valor conocido y se puede encontrar fácilmente en un libro de física o en Internet; su magnitud es  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ . Así, la información con la que contamos es la siguiente:

$$q_1 = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}, q_2 = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}, r = 2 \times 10^{-15} \text{ m}, k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

Sustituyendo estos valores en la ecuación de la ley de Coulomb, obtenemos:

$$F = \frac{9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \cdot 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \cdot 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}}{(2 \times 10^{-15} \text{ m})^2} = \frac{23.04 \times 10^{-29}}{4 \times 10^{-30}} \text{ N} = 5.76 \times 10^1 \text{ N} = 57.6 \text{ N}$$

Esto quiere decir que la fuerza nuclear debe tener un valor de 57.6 N para evitar que los protones se alejen del núcleo.




Para que puedas evaluar tu avance en el manejo de la ley de Coulomb, responde los siguientes cuestionamientos. Al terminar, compara tus respuestas con las del Apéndice 1.

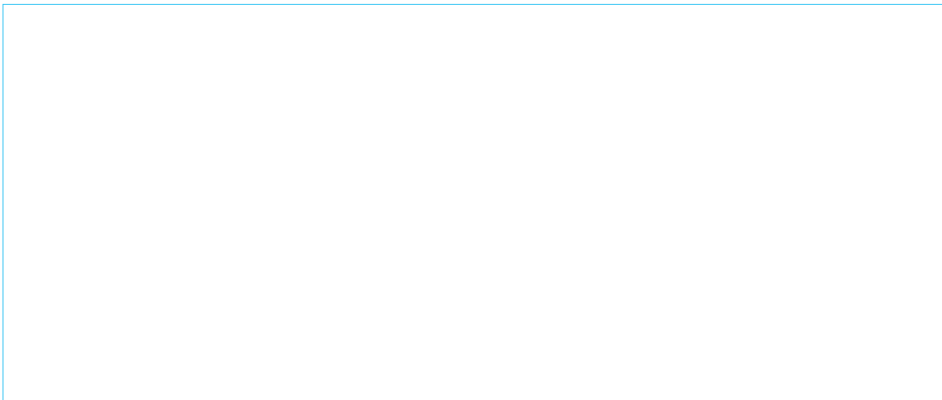
- 1) Con base en el estudio de la siguiente imagen, ¿cuál es el valor de la fuerza eléctrica que actúa sobre la carga  $q_2$ ? Dibuja la flecha en la dirección correcta para representar  $F_2$ .



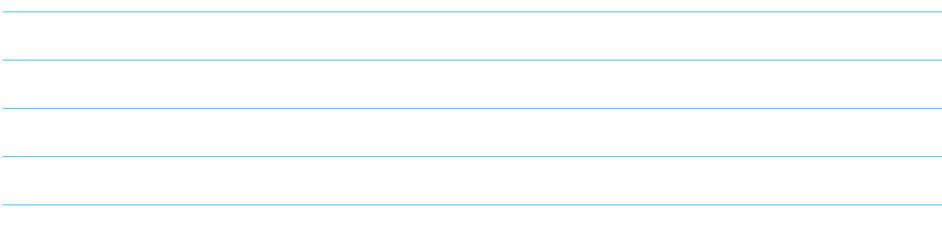
- 2) Retomando el problema anterior, ¿cuál sería el valor de  $F_2$  si se duplica la distancia que separa a las cargas?



- 3) Regresando a la situación planteada en el inciso 1, ¿cuál sería el valor de  $F_1$  si se duplica el valor de la carga de  $q_1$ ?



- 4) Se dice que un neutrón no tiene ni carga positiva ni negativa. ¿Cómo podrías comprobar experimentalmente este hecho?



Al hablar de la fuerza eléctrica se mencionó que además de tener un valor, tiene una dirección. En el estudio de las ciencias, abundan este tipo de cantidades en las que resulta tan relevante la magnitud como la dirección. Un vector es un elemento matemático en el que, además de la magnitud, resulta también importante considerar el punto de aplicación, la dirección y el sentido. En la unidad 3 profundizarás el estudio de los vectores, sin embargo, vale la pena tratar el tema en este momento pues la electricidad y el magnetismo se fundamentan en el estudio de herramientas vectoriales conocidas como campos. En particular, un **campo vectorial** se refiere al espacio en el que a cada punto se le puede asociar un vector.

El **campo eléctrico** es una propiedad del espacio, mediante la cual se ejercen las acciones a distancia entre partículas u objetos cargados. El campo eléctrico se representa por medio de vectores en el espacio, por lo que se denota con el símbolo  $\vec{E}$ ; su unidad de medida es N/C (Newton/Coulomb). Podemos decir que el campo eléctrico nos indica la forma en la que un objeto cargado modifica las propiedades eléctricas del espacio que lo rodea.

Formalmente el campo eléctrico de una carga se define como el vector que al ser multiplicado por la magnitud de la carga, resulta en la fuerza eléctrica que se aplica sobre dicha carga:

$$\vec{F} = q \vec{E}$$

Si lo que se busca es conocer el campo eléctrico producido por un objeto cargado en algún punto del espacio, se coloca una pequeña carga de prueba positiva en ese punto y se observa la fuerza eléctrica que la afecta. Para calcular el campo eléctrico en el punto en que se ubica la carga de prueba se utiliza la ecuación:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

En la ecuación anterior,  $q_0$  representa la magnitud de la carga de prueba. Cabe resaltar que la dirección del campo coincide con la dirección de la fuerza eléctrica que siente la carga de prueba; por otro lado, si únicamente nos interesa calcular la magnitud del campo eléctrico, basta con quitar las flechas de vector de la ecuación anterior:

$$E = \frac{F}{q_0}$$

Ejercita tus habilidades matemáticas. Desarrolla la ecuación que te permitirá calcular la magnitud del campo eléctrico a una distancia  $r$  de una carga puntual  $Q$ . Escribe tu resultado en el siguiente cuadro.

¿Lograste desarrollar la ecuación? Si no es así, ahora, llevaremos a cabo el desarrollo de la ecuación paso a paso para verificar la validez de tu trabajo.

En primer lugar, notamos que para calcular la magnitud del campo eléctrico es necesario calcular la magnitud de la fuerza eléctrica que la carga puntual ejerce sobre una carga de prueba situada a una distancia  $r$ ; dicha magnitud está dada por la ley de Coulomb:

$$F = \frac{kQq_0}{r^2}$$

Si sustituimos este valor de  $F$ , en la ecuación para  $E$ , encontramos que:

$$E = \frac{F}{q_0} = \frac{\frac{kQq_0}{r^2}}{q_0} = \frac{kQ}{r^2}$$

Por lo tanto, la ecuación para calcular la magnitud del campo eléctrico a una distancia  $r$  de una carga puntual  $Q$  es:

$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

Una de las principales aplicaciones del campo eléctrico en nuestra vida cotidiana la encontramos en dispositivos electrónicos como pantallas y televisiones, en los que el campo se utiliza para controlar la dirección en la que se mueven las cargas. Además, como veremos más adelante, al conjuntar la acción de campos eléctricos y magnéticos, encontramos los cimientos de las telecomunicaciones: ondas electromagnéticas.

Los fenómenos eléctricos rodean cada momento de nuestra vida, por lo que es importante tener un entendimiento básico sobre la materia. Pode-



Para saber más

Si el objeto que produce el campo no puede considerarse como una carga puntual, se dice que hay una distribución de carga. Para calcular el campo producido por una distribución de carga es necesario utilizar herramientas de cálculo integral, como la siguiente fórmula:

$$\vec{E} = k \int \frac{dq}{r^2} \hat{r}$$



**glosario**

**Comprobación:** acción o efecto de verificar, confirmar la veracidad o exactitud de algo.



mos formularnos algunas preguntas cuya respuesta va más allá de nuestro conocimiento, por ejemplo, sería muy complicado tratar de explicar por qué la materia tiene carga eléctrica, sin embargo, la tarea de la física es explicar las consecuencias que genera el hecho de que la materia tenga carga. Para poder entender los fenómenos eléctricos, es necesario comprender en su totalidad las características de la carga, además de conocer los efectos que produce. Una vez que conoces a detalle el comportamiento de la carga, es posible aplicar dicho conocimiento en nuestro beneficio.

## El electroscopio

En virtud de que todo trabajo científico requiere una **comprobación** experimental, vamos a construir un instrumento sencillo que nos permitirá identificar objetos que están cargados eléctricamente: el electroscopio.



En esta actividad vamos a construir un electroscopio para comprobar algunas propiedades eléctricas de la materia.

Necesitarás los siguientes materiales:

- una esfera de unisel o pelota de esponja de menos de 5 cm de diámetro.
- un frasco transparente, puede ser de vidrio o de plástico, con tapadera de plástico (si la tapadera es metálica, interferirá con el experimento). El frasco debe ser de, al menos, 15 cm de alto.
- un trozo de unos 10 centímetros de cable de cobre calibre 16 o cercano
- papel aluminio
- tijeras

Para construir el electroscopio sigue las instrucciones:



1. Clava uno de los extremos del cable a la esfera o pelota; cubre la esfera o pelota con papel aluminio, asegurándote de que el cable haga contacto con el aluminio.
2. Pasa el cable a través de un pequeño orificio que hayas hecho en la tapa de plástico del frasco.
3. Recorta un par de rectángulos de papel aluminio (láminas) de un centímetro de ancho por 2.5 de largo y hazles un orificio cerca de un extremo. El orificio debe tener el tamaño suficiente para que pueda cruzar por él sin dificultad el cable de cobre.
4. Haz un pequeño gancho en el extremo libre del cable y cuelga las láminas de papel aluminio allí. Coloca la tapa en el frasco con cuidado, procurando que las láminas de aluminio no golpeen con las paredes, y ciérralo bien.



El electroscopio sirve para identificar cuando un objeto está cargado eléctricamente. Su funcionamiento se basa en la interacción repulsiva entre cargas eléctricas del mismo tipo. Al acercarse un cuerpo cargado a la esfera forrada con aluminio, el electroscopio se carga por inducción, es decir, las cargas de signo opuesto al objeto cargado se acumulan en la esfera, pero por conservación de carga, las láminas de aluminio quedan con carga contraria a la esfera; el alambre de cobre funciona como una carretera para que las cargas se trasladen entre la esfera y las láminas. Como las láminas quedan cargadas, la interacción eléctrica entre ellas hace que se separen.

Para probar tu electroscopio, frota una regla de plástico con un trozo de papel y acércala a la esfera. ¿Puedes ver cómo se mueven las láminas? Para asegurarte que la regla quedó cargada, corta pequeños pedazos de papel y observa si se pegan a la regla. Si puedes levantar los pequeños trozos de papel, pero las láminas del electroscopio no se mueven, revisa la siguiente lista de posibles fallas:

- revisa que las láminas no hagan contacto con las paredes del frasco,
- puede ser que el papel aluminio de la esfera no está en contacto con el cable de cobre,
- puede ser que las láminas estén atoradas; sopla un poco y observa si se mueven con facilidad.

Una vez que tu electroscopio funcione adecuadamente, utilízalo para investigar cuáles materiales se electrizan con facilidad. Pruébalo frotando distintos tipos de materiales que tengas a la mano, como plástico, aluminio, vidrio, PVC, cobre, madera, etcétera, y frótalos contra distintas superficies, como algodón, piel, plástico, papel, lana, etcétera; utiliza tu electroscopio para comprobar cuáles se electrizan (mueven las láminas del electroscopio) y cuáles no. En una hoja aparte elabora una tabla como la siguiente:

Material	Superficie	¿Se electriza?
Regla de plástico	Papel	Sí
...	...	...

Recuerda que al inicio de esta sección nos hicimos la pregunta: ¿Por qué el cabello de las personas se esponja más en días secos que en días nublados? Seguramente, en estos momentos, estás lo suficientemente preparado(a) para explicar que el cabello se levanta debido a la acumulación de cargas eléctricas en él, lo que produce una interacción de repulsión (alejamiento) entre cargas, con su respectiva consecuencia: el cabello se levanta y no se deja peinar. Sin embargo, aún queda por responder por qué esto no sucede en días húmedos. Para tratar de dar respuesta a esta pregunta, comencemos por identificar experimentalmente el fenómeno.

Recupera la lista de materiales y superficies que resultan fáciles de electrizar que elaboraste anteriormente con ayuda del electroscopio. Vuelve a electrizar los materiales, comprobándolo con el electroscopio, y después rocíalos con agua (puede ser con un atomizador o simplemente salpicando algunas gotas con los dedos).



### ¿? Asesoría

Tal vez te resulte de utilidad observar el funcionamiento de un electroscopio para saber si estás realizando la actividad de manera adecuada. ¡Echa mano de los recursos tecnológicos!

Puedes buscar en Youtube videos que muestren el funcionamiento correcto del aparato. En particular, revisa el siguiente video: (<http://www.youtube.com/watch?v=mj3YduHNDmg>) [Consulta: 12/02/2012].



¿Sucede algo? Toma un par de minutos para reflexionar acerca de la diferencia que observaste; esta diferencia se produjo por el agua, así que el agua debe tener alguna propiedad que afecte la carga del material.

Anteriormente estudiamos que al electrizar un cuerpo por medio de inducción, la carga eléctrica se acumula en distintas zonas de acuerdo con su signo: por un lado la carga positiva y por otro la carga negativa. Cuando se da este tipo de fenómeno en el que la distribución de la carga se divide, se dice que existe una polaridad.



Investiga acerca de un fenómeno conocido como la polaridad de la molécula de agua y trata de explicar qué sucede con los objetos cargados en presencia del agua.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



Estás trabajando para identificar las leyes de la electricidad por los conceptos que intervienen en sus modelos matemáticos para aplicarlos en situaciones sobre estas temáticas que se presentan en la vida cotidiana.

Una vez que has respondido el cuestionamiento anterior recurre al Apéndice 1 para que puedas verificar tu respuesta.



Resulta interesante cómo todo un abanico de fenómenos naturales se pueden explicar en términos de unos cuantos conceptos de electricidad estática, ¿no lo crees?

### *Relaciones de proporcionalidad*

Vale la pena considerar otro aspecto importante que aparece de manera repetitiva en el mundo de la física, y se refiere a la forma en la que se relacionan las distintas variables que explican un fenómeno. Existen situaciones en las que un evento genera una respuesta cuya intensidad depende directamente de la intensidad de la causa, por ejemplo, ponerse un poco de perfume o loción provoca un aroma ligero, pero al ponerse mucho, el aroma es muy fuerte. A este tipo de interacciones entre variables se les conoce como **directamente proporcionales**, si el valor de una de las variables aumenta, la otra tam-

bién, por el contrario, si una disminuye, la otra de igual manera. La condición de proporcionalidad se genera cuando un aumento del doble en una variable se traduce en un aumento del doble en la otra, o bien, a una disminución a la tercera parte en una, sigue una disminución de la tercera parte en la otra.

Por otro lado, hay situaciones en las que un evento grande produce una respuesta pequeña, o al revés, retomando el mismo ejemplo del perfume, si una persona se encuentra a una distancia grande, el aroma que percibe es ligero, sin embargo, a medida que la distancia entre la persona y el perfume disminuye, el aroma se vuelve más intenso. A este tipo de interacciones entre variables se les conoce como **inversamente proporcionales**, si una de las variables aumenta, la otra disminuye (de ahí el nombre de inversa), por el contrario, si una disminuye, la otra aumenta. La condición de proporcionalidad se genera cuando un aumento del doble en una variable se traduce en una disminución a la mitad en la otra, o bien, a una disminución a la tercera parte en una, sigue un aumento al triple en la otra.

¿Te resultó difícil encontrar situaciones que se representen con relaciones de proporcionalidad? Piensa por ejemplo que organizas una fiesta; si vas a servir ensalada y pastel, necesitarás dos platos por cada invitado, y mientras más invitados haya, mayor el número de platos, 20 platos para 10 invitados, 40 platos para 20 invitados... ¿lo ves? Es una relación de proporcionalidad directa. Por el contrario, la relación entre el número de invitados y la cantidad de pastel que se le sirve a cada invitado (suponiendo que la idea es que no sobre nada de pastel, y que solo hay un pastel) es inversamente proporcional: mientras más invitados, menos pastel, y al revés, a menos invitados, más pastel para cada uno.

En física, es muy importante el análisis del tipo de relación que existe entre distintas variables físicas. En muchas ocasiones, la gente confunde el estudio de la física con la simple solución de problemas matemáticos, sin embargo, es muy importante señalar que se pueden explicar fenómenos de la naturaleza sin necesidad de hacer una sola operación; basta conocer la forma en la que una magnitud cambia si se modifica el valor de la otra.

**UN MOMENTO DE REFLEXIÓN**

¿Puedes pensar en algunos otros ejemplos además del aroma del perfume?



Estás trabajando para diferenciar ecuaciones matemáticas de primer y segundo grado utilizando los conceptos *carga eléctrica* y *campo eléctrica*, y la *ley de Coulomb* de la electricidad y el magnetismo que se abordan en esta unidad, para apoyar su comprensión.



**Actividad 4**

Identifica ecuaciones matemáticas de primer y segundo grado dentro de las ecuaciones utilizadas para calcular la magnitud de la fuerza eléctrica y el campo eléctrico y elige la mejor opción para completar los enunciados:

- 1) Al reducir la distancia que separa dos cargas...
  - a) la fuerza eléctrica entre ellas aumenta.
  - b) la fuerza eléctrica entre ellas disminuye.
  
- 2) Al triplicar la magnitud de la carga...
  - a) la magnitud del campo se triplica.
  - b) la magnitud del campo se reduce a la tercera parte.

- 3) Si al calcular la magnitud del campo eléctrico de una carga  $Q$ , se duplica la magnitud de la carga de prueba...
- 4) Si la distancia que separa a dos cargas eléctricas aumenta al triple de su valor original, la magnitud de la fuerza entre ellas ...
- a) la magnitud del campo se duplica.  
 b) la magnitud del campo no cambia.  
 c) la magnitud del campo se reduce a la mitad.
- a) aumenta al triple.  
 b) disminuye la tercera parte.  
 c) aumenta nueve veces.  
 d) disminuye nueve veces.

Después de terminar la actividad, consulta el Apéndice 1 para que revises tus resultados y una explicación que te pueda orientar en caso de tener dudas.



Estás trabajando para aplicar de manera sistemática los modelos matemáticos ( $F = \frac{kq_1 q_2}{r^2}$ ,  $E = \frac{f}{q}$ ) que representan los conceptos y leyes que rigen el comportamiento de las cargas eléctricas, en la solución de problemas prácticos relacionados con el entorno inmediato y/o vida cotidiana, para obtener resultados cuantitativos.

Al entender claramente el tipo de relaciones que existen entre las variables físicas involucradas en el cálculo de la fuerza y el campo eléctrico, puedes resolver problemas de forma cualitativa, sin embargo, en ocasiones, también es importante que lo puedas hacer de forma cuantitativa. Resolver problemas cuantitativos requiere de cierta disciplina y de habilidades matemáticas específicas. Una herramienta que te puede resultar de mucha utilidad para resolver problemas es un formulario.

### Gestión del aprendizaje

Un formulario es un compendio de fórmulas que sirve de guía o recordatorio para su aplicación en la resolución de problemas. En él incluirás las fórmulas matemáticas que resulten básicas para tu trabajo en física. Es recomendable agregar otros elementos además de la propia fórmula.

- Título: nombre genérico del tema del que se deriva el formulario, por ejemplo, ley de Ohm.
- Aplicación: una descripción general de las situaciones físicas en las que resultará útil el formulario, en este caso, análisis de circuitos eléctricos.
- Variables físicas: una tabla con las variables físicas que aparecen en las fórmulas, en la que incluyas el nombre de la variable, el símbolo que se utiliza para representarla, su definición y la(s) unidad(es) de medida que la caracterizan. Ejemplo:

Variable física	Símbolo	Definición	Unidad
Intensidad de corriente	$I$	Cantidad de carga eléctrica que fluye por un conductor en la unidad de tiempo.	Amperio (1A)

Vale la pena incluir las fórmulas generadas al despejar cada una de las variables físicas que aparecen en ellas.

Por ejemplo, para la ley de Ohm, además de la ya conocida  $V = RI$ , habría que incorporar las fórmulas despejadas  $I = V/R$  y  $R = V/I$ .

Antes de continuar comienza tu formulario.

¿Listo? Sigamos adelante.



A continuación encontrarás algunas preguntas y problemas que deberás resolver para que evalúes el avance que has alcanzado. Si tienes dificultades en responder alguno de ellos, es recomendable que regreses a estudiar los conceptos y principios de esta unidad hasta lograr dominarlos.

1. Explica cómo está constituida la materia y en qué casos un cuerpo puede tener una carga eléctrica positiva o negativa.

---



---



---



---



---

2. Ejemplifica con un dibujo la interacción que existe entre cargas del mismo signo y cargas con signo opuesto.

3. Explica por qué el campo eléctrico es considerado un campo vectorial.

---



---



---

4. El hidrógeno es uno de los gases más abundante en nuestra atmosfera, además de ser un elemento fundamental para nuestra vida, pues es un constitutivo fundamental de la molécula de agua. En un átomo de hidrógeno, el electrón gira alrededor del protón en una órbita de radio de  $5.3 \times 10^{-11} m$ . Calcula la fuerza eléctrica con la que se atraen ambas partículas. Para resolver este problema deberás buscar el valor de la carga eléctrica del electrón y del protón.

---



---



---



---



---

5. En un día seco, es probable que sientas “toques” al tocar un objeto metálico, como la perilla de una puerta. La intensidad del campo eléctrico producido por una perilla de puerta, electrizada con una carga de  $3 \times 10^6 \text{ C}$  en un punto determinado es de  $6 \times 10^6 \text{ N/C}$ . Calcula la distancia del punto a la carga.

---



---



---



---

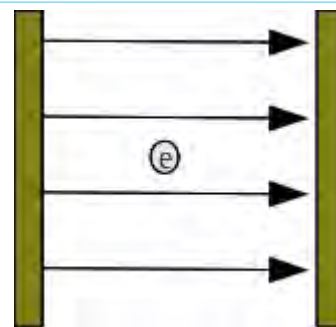
6. ¿Qué dirección tendrá la fuerza que siente un electrón inmerso en un campo eléctrico como el que se muestra en la figura?

---



---

Verifica tus respuestas en el Apéndice 1.



Esquema que representa un electrón dentro de un campo eléctrico.



Estás trabajando para relacionar las leyes electromagnéticas para comprender el funcionamiento de los equipos eléctricos de tu vida cotidiana.

### UN MOMENTO DE REFLEXIÓN

¿Qué papel desempeña la batería en un aparato eléctrico?

### glosario

**Circuito eléctrico:** conjunto de conductores que recorre una corriente eléctrica, y en el cual hay generalmente intercalados aparatos productores o consumidores de esta corriente.

## SECCIÓN 2 Los circuitos eléctricos

### La electrodinámica

La **electrodinámica** es la rama de la física que estudia fenómenos en los que las cargas eléctricas se ponen en movimiento. ¿Esto te resulta familiar? voltea a tu alrededor. Observa cuántos de los objetos que te rodean utilizan una batería o están conectados a un enchufe. ¿Qué sucede si los desconectas o les quitas las baterías? Pareciera que todos estos aparatos funcionan por arte de magia, pero no, no es magia, es el resultado del esfuerzo de miles de científicos e ingenieros que piensan (y piensan) en formas novedosas de sacar provecho de las condiciones de la naturaleza.

### Circuitos eléctricos

Los **circuitos eléctricos** son el corazón de nuestra vida tecnológica. En un circuito eléctrico intervienen tres elementos fundamentales: diferencia de potencial, corriente y resistencia.

Para hablar de potencial eléctrico, es necesario primero conocer la energía potencial eléctrica, que es el equivalente a la energía potencial mecánica, pero en esta



ocasión el campo que la genera no es el gravitatorio, sino el eléctrico. Debido a la fuerza de interacción que hay entre cargas, una carga que se mueve dentro de un campo eléctrico deberá hacerlo en contra de él o a favor de él, y la energía que necesita para hacerlo se llama energía eléctrica. El **potencial eléctrico** se define como la energía potencial eléctrica de una carga dividida entre la magnitud de dicha carga, por otro lado, se le llama **voltaje** a la diferencia de potencial que existe entre dos puntos distintos del espacio. La unidad de potencial eléctrico es el Voltio (Volt, en inglés). Equivalente a la diferencia de potencial que hay entre dos puntos de un conductor cuando, al transportar entre ellos una carga de un Coulomb, se realiza el trabajo de un Joule. El voltio se simboliza con la letra V y se puede obtener al dividir un Joule entre un Coulomb,  $1V = \frac{J}{C}$ .

En general, los materiales responden de maneras distintas a la presencia de un voltaje. Un material conductor es aquel por el cual los electrones que conducen corriente eléctrica se pueden mover con cierta libertad, por el contrario, un aislante es un material que presenta una oposición muy grande al movimiento de los electrones. La **corriente eléctrica** es un flujo de electrones a través de una material conductor, es decir, es la relación de la carga que se traslada por un conductor en cierto tiempo. La unidad de medida de la corriente eléctrica es el Amperio (su símbolo es A). Es una unidad fundamental del Sistema Internacional de Unidades.

A pesar de que un material conductor es aquel en el que los electrones se pueden desplazar con cierta facilidad, siempre existirá cierta oposición a su movimiento. La Resistencia eléctrica de un circuito se define como la dificultad que opone un circuito al libre paso de una corriente. La **resistencia** depende del tipo de material con el que se fabrique un circuito, por lo que se conoce como resistividad a la resistencia eléctrica específica de un material. La unidad de medida de resistencia en el Sistema Internacional de Unidades se conoce como Ohm, y se representa con letra griega *omega*,  $\Omega$ .



Estás trabajando para describir los conceptos: energía potencial eléctrica, potencial eléctrico, intensidad de corriente eléctrica, voltaje, resistencia, potencia, y leyes: Ohm, Watt y Joule que explican el comportamiento de la electricidad, para representarlos sistemáticamente mediante la aplicación de relaciones y funciones al observar y analizar la presencia de estos en la vida cotidiana.



### Más información en...



Algunos libros que puedes consultar son:

Pérez-Montiel, H. (2006). *Física general*. 3ª edición. México: Grupo Patria Cultural.

Resnick, R. et al. (2003). *Física*. 5ª edición. México: Cecs.

Serway, R. (2010). *Fundamentos de física*. 8ª edición. México: Thompson.



### Actividad 6

El estudio formal de los sistemas eléctricos requiere de ciertas nociones que deberás profundizar realizando una búsqueda de información en fuentes escritas o electrónicas para profundizar en los conceptos que hemos estudiado respecto del análisis de los circuitos. Los temas a estudiar son:

1. Diferencia de potencial
2. Intensidad de corriente
3. Resistencia

En lo que a fuentes electrónicas se refiere, recuerda consultar fuentes confiables, es decir, prefiere sitios relacionados con instituciones educativas a sitios comerciales. Cuida la autoría de la fuente, pues podría tratarse de alguien que no domine el tema y lejos de proporcionar información verídica solo proporcione opiniones o datos incorrectos.

En este caso, el orden en el que realices la búsqueda puede cambiar, pues a pesar de que los tres son fenómenos relacionados, pueden estudiarse por separado. Más adelante estudiaremos el orden de **causalidad** que siguen. Inicia buscando conceptos generales y ve profundizando el estudio lo más que puedas.

Las siguientes preguntas orientarán tu búsqueda.

1. Diferencia de potencial.
  - 1.1 ¿Cuál es la diferencia entre un voltaje directo y un voltaje alterno?

---



---



---

- 1.2 ¿Con qué aparato se mide el voltaje?

---



---



---

- 1.3 Investiga las características del voltaje que encontramos en los enchufes en México.

---



---



---

2. Intensidad de corriente.

- 2.1 ¿Con qué aparato se mide la intensidad de corriente eléctrica?

---



---



---

- 2.2 ¿Cuál es el papel de la corriente eléctrica en el funcionamiento de un aparato eléctrico?

---



---



---

### glosario

**Causalidad:** causa, origen, principio.



Estás trabajando para reconocer las unidades de medición de los conceptos relacionados con la electricidad.

3. Resistencia.

3.1 Describe la relación de la resistividad con la temperatura.

---



---



---

3.2 ¿Por qué los aparatos eléctricos no funcionan de manera adecuada cuando se calientan?

---



---



---

3.3 Describe los elementos electrónicos básicos que intervienen en un circuito.

---



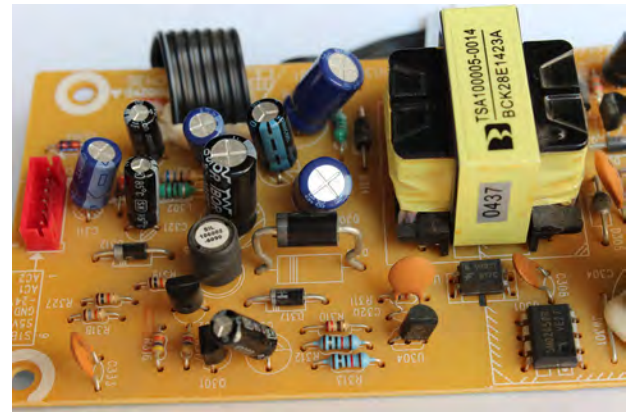
---



---

Recuerda que las respuestas a la preguntas se encuentran en el Apéndice 1.

Ahora, con el trabajo realizado, construye un mapa conceptual en el que incorpores la información que encontraste y que te permita tener una visión más general del tema.



Gestión del aprendizaje

El mapa conceptual es una representación gráfica de ideas o conceptos en forma relacionada. Para elaborarlo es necesario utilizar figuras para jerarquizar los conceptos.

Sus características principales son:

- La idea o concepto principal se coloca en un rectángulo u óvalo.
- La relación entre conceptos o ideas se representa por medio de líneas o flechas llamadas conectores.
- Los conectores se acompañan de descriptores, que son las palabras que describen la relación entre ideas o conceptos.

Para elaborarlo es importante definir el concepto clave o central para organizar y jerarquizar el resto de los conceptos, estableciendo las relaciones entre ellos.

A partir del estudio que hemos realizado de los conceptos que intervienen en el análisis de circuitos eléctricos (los cuales profundizamos con la actividad anterior), podemos decir que la diferencia de potencial se relaciona con la energía disponible para darle vida a un circuito eléctrico; al aplicar una diferencia de potencial sobre

un material conductor, algunos electrones se desplazan en una sola dirección dentro de la estructura atómica del material, generando una corriente eléctrica.



El modelo de Drude es un modelo clásico que explica la conducción eléctrica a nivel microscópico. El modelo supone que un conductor contiene iones positivos (núcleos atómicos) inmóviles y un “gas de electrones”, que no interactúan entre sí. Al sentir la presencia de un campo eléctrico, los electrones comenzarán a moverse en la dirección contraria al campo, aunque dicho movimiento se encuentra amortiguado por una fuerza de fricción producto de las colisiones de los electrones con los iones.

Puedes ver una simulación del movimiento de los electrones en el siguiente enlace de Youtube: ([http://www.youtube.com/watch?v=dyX5I\\_io7bg&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=dyX5I_io7bg&feature=related))

[Consulta: 13/02/2012].

#### glosario

**Microscópico:** tan pequeño que no puede verse sin ayuda del microscopio.



Los electrones que se desplazan en el interior de un conductor se mueven con cierta libertad, sin embargo, experimentan una pequeña oposición por parte de la estructura atómica del material. Puedes imaginártelo de la siguiente manera: tú eres un electrón y tienes libertad de moverte a través de una habitación, no obstante, en tu camino te encontrarás con un sillón, o una mesa, o algún otro obstáculo que te hará cambiar de dirección. ¿Ahora entiendes por qué se dice que la libertad de movimiento no es absoluta? La oposición a la corriente eléctrica que genera un conductor se llama resistencia, y es un elemento ineludible en el funcionamiento de un circuito eléctrico; de hecho, la resistencia es la razón por la cual los aparatos eléctricos se calientan después de funcionar un rato. A nivel **microscópico**, los golpeteos de los electrones de la corriente eléctrica elevan la temperatura del material.

#### Límites del conocimiento

A pesar de que la resistencia eléctrica es un fenómeno que se encuentra en cualquier conductor que transporta una corriente, existen materiales que bajo condiciones particulares pueden transportarla sin presentar oposición alguna; estos materiales se conocen como superconductores. La superconductividad fue descubierta por el físico holandés Kamerlingh Onnes en 1911 al estudiar la conductividad del mercurio a una temperatura aproximada de  $-269^{\circ}\text{C}$  (para que te des una idea de qué tan pequeña es esa temperatura, la temperatura promedio en el Polo Sur, el lugar más frío de la tierra es alrededor de  $-45^{\circ}\text{C}$ ).

La superconductividad tiene muchas posibles aplicaciones, como por ejemplo, se podrían construir almacenadores perfectos de electricidad, cableado eléctrico sin pérdida de energía, imanes muy poderosos (actualmente se utilizan superconductores en aparatos médicos para realizar resonancias magnéticas) y una de las aplicaciones más extravagantes sería la levitación magnética, puesto que un superconductor puede flotar dentro de un campo magnético.

El principal problema que enfrenta la ingeniería en la operación de los superconductores es que requieren de temperaturas extremadamente bajas para funcionar, de hecho, la temperatura de funcionamiento más alta que se ha alcanzado es de  $-138^{\circ}\text{C}$ . Actualmente existe mucha investigación en este campo para tratar de alcanzar temperaturas de funcionamiento cada vez más altas, con el sueño de encontrar un material superconductor a temperatura ambiente.

Para evaluar el avance que has alcanzado durante la unidad, intenta dar una respuesta cualitativa adecuada de la pregunta que originó nuestro estudio: ¿qué papel desempeña la batería en un aparato eléctrico? Compara tu respuesta con la explicación que sigue.

---



---



---

Las baterías proporcionan la energía necesaria para generar una corriente en un circuito; esa corriente se puede aprovechar para producir luz, o sonido, o para generar ondas electromagnéticas que viajen por el espacio llevando nuestra voz. Sintetizando la información recabada, podemos decir que al aplicar una diferencia de potencial entre dos puntos de un conductor, se induce una corriente eléctrica, que a su vez, sufre los efectos de la resistencia.

## Ley de Ohm

La evidencia que tenemos hasta el momento, parece sugerir que las tres variables físicas: voltaje, intensidad de corriente y resistencia están relacionadas; precisamente, fue el físico alemán Georg Simon Ohm, quien en 1827 publicó un tratado en el que formula una expresión matemática para tal relación. La relación original es matemáticamente complicada y se aplica únicamente a cierto tipo de conductores cuyo valor de resistencia es único, conocidos como óhmicos. Por suerte, la mayoría de los materiales conductores con los que convivimos de manera cotidiana son óhmicos, como el cobre o el aluminio que encontramos en casi todas las instalaciones eléctricas, por lo que podemos aplicar la ley de Ohm sin mayor dificultad. Ohm encontró que para conductores con un solo valor de resistencia, la intensidad de corriente es directamente proporcional al voltaje aplicado (se tiene una función de primer grado entre las variables).

Si se escribe en forma de ecuación la **ley de Ohm** queda como:

$$V = RI$$

en donde  $V$  representa el voltaje,  $R$  la resistencia e  $I$  la intensidad de corriente.

Anteriormente respondiste de manera cualitativa al cuestionamiento que se hizo al inicio: ¿qué papel desempeña la batería en un aparato eléctrico? Ahora estás en condiciones de entender también de manera cuantitativa el papel de las baterías, y la importancia que tiene utilizar baterías adecuadas, con el valor de voltaje correcto para la operación adecuada del circuito.

Los aparatos eléctricos, sea que utilicen baterías o que se conecten a la corriente eléctrica, requieren de energía para funcionar. Es posible cuantificar la energía necesaria para hacerlos trabajar durante cierto tiempo con una magnitud física llamada potencia.



## Asesoría

En la red existen varios sitios que te pueden apoyar en el uso de la ley de Ohm con aplicaciones que hacen los cálculos de manera automática al introducir algunos valores de entrada. Visita las siguientes direcciones de Internet y saca el máximo provecho posible de las aplicaciones que ahí se incluyen: <http://www.techniciansfriend.com/ohmslaw.htm> <http://www.electronicafacil.net/tutoriales/Calculadora-Ley-de-Ohm.php> [Consulta 12/02/2012].

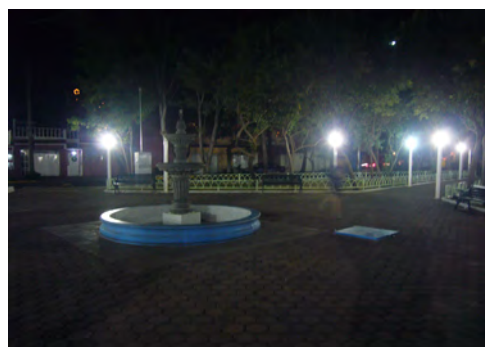


La potencia de un circuito eléctrico se define como la cantidad de energía producida o consumida por unidad de tiempo por el circuito. Usualmente se representa por medio de la letra  $P$ , y su unidad de medida en el Sistema Internacional es el vatio, que se representa con la letra  $W$  (del inglés Watt),  $1 \text{ vatio} = 1 \text{ W}$ . La potencia de un circuito eléctrico por el que circula una corriente  $I$ , alimentado por un voltaje  $V$ , se calcula mediante la **ley de Watt**, que establece que:

$$P = VI$$

Analizando esta expresión, podemos entender que la potencia del circuito, es decir, la energía que se necesita a cada segundo para que el circuito funcione es mayor en la medida en la que el voltaje o la corriente sea mayor.

Seguramente identificas las unidades de potencia en las especificaciones de diversos aparatos eléctricos, particularmente, en los focos. Un foco de cien vatios ( $100 \text{ W}$ ) consume  $100 \text{ Joules}$  (unidades de energía) a cada segundo que pasa, esto es a lo que se refiere la **potencia**, cuánta energía consume un aparato a cada segundo; por esta razón es recomendable cambiar los focos **incandescentes**, por focos ahorradores de electricidad, que en lugar de tener un consumo de  $100 \text{ vatios}$ , iluminan de manera similar con solo  $27 \text{ vatios}$ . El problema de los focos ordinarios es que disipan una gran cantidad de energía en forma de **calor**.



Todos los aparatos eléctricos se calientan debido a la resistencia de sus componentes conductores. Es posible calcular la cantidad de energía que **disipa** en forma de calor un circuito en determinado tiempo,  $t$ , utilizando una relación conocida como la **ley de Joule**, que establece que el calor disipado  $Q$  es igual a:

$$Q = VIt$$

Es recomendable que incluyas las expresiones matemáticas para la ley de Watt y la ley de Joule en tu formulario. Puedes elaborar tu formulario en una ficha bibliográfica o de trabajo para tenerlo siempre a la mano.



### Gestión del aprendizaje

Recuerda que es recomendable que cada vez que te encuentres con una ecuación la integres a tu formulario, junto con un cuadro en el que describas las principales características de las variables que aparecen en ella y los despejes correspondientes.

### glosario

**Incandescente:** dicho generalmente de un metal enrojecido o blanqueado por la acción del calor.

**Calor:** energía que se transfiere de un objeto de temperatura alta hacia uno de temperatura baja.

**Disipar:** esparcir y desvanecer las partes que forman un cuerpo por aglomeración.



Una batería se construye esencialmente con dos materiales que reaccionan químicamente. Su funcionamiento se basa en un proceso químico llamado óxido-reducción (también conocida como redox), en el cual uno de los componentes se oxida (pierde electrones) y el otro se reduce (gana electrones). La reacción de óxido-reducción, afecta la distribución de carga eléctrica dentro de la batería, lo que genera una diferencia de potencial. Las baterías comunes se hacen con la mezcla de distintos materiales, por ejemplo: Níquel-Hierro, Zinc-Carbón, Níquel-Cadmio, etcétera.

Con todo lo que acabamos de estudiar, aprendiste que las baterías son los elementos encargados de suministrar la energía necesaria para que un aparato eléctrico funcione, además, en la medida en la que un circuito tenga una mayor potencia, tendrá un consumo energético mayor, por lo que la vida de las baterías se acortará.

Antes de continuar, es recomendable que incluyas la información que consideres pertinente en tu formulario; esto te servirá como un repaso, y también, para tener mejor organizada la información que te ayudará a resolver problemas.

Analicemos un ejemplo de resolución de problemas. En una instalación hidroeléctrica, una turbina suministra 1500 hp (caballos de fuerza) a un generador; dicho generador tiene una eficiencia del 80%, es decir, transforma el 80% de la energía mecánica que recibe en energía eléctrica. En estas condiciones, ¿qué corriente genera el dispositivo si el voltaje es de 2000 V?

De entrada, es necesario entender con claridad el problema para poder plantear una alternativa de solución adecuada. En este caso, se trata de un dispositivo eléctrico en que:

- ▣ conocemos el voltaje de operación,
- ▣ si bien no conocemos su potencia de forma explícita, la podemos calcular indirectamente, y
- ▣ queremos conocer la intensidad de la corriente a través de él.

Con esta información, tomamos la decisión de calcular la potencia del generador en primer lugar. Comencemos por convertir las unidades de potencia de *Caballos de fuerza* a *Vatios*. De acuerdo con la tabla de equivalencias que se incluye en el Apéndice 4, 1 hp = 746 W, por lo que:

$$1,500 \text{ hp} \frac{746 \text{ W}}{1 \text{ hp}} = 1'119,000 \text{ W}$$

Ahora, dado que el generador tiene una eficiencia del 80%, su potencia de salida es de sólo 895,200 W.

Sabemos que la potencia de un aparato eléctrico se puede calcular por medio de la ecuación  $P = VI$ . Al despejar la intensidad de corriente  $I$ , encontramos que:

$$I = \frac{P}{V}$$



Estás trabajando para despejar variables relacionadas con los conceptos: energía potencial eléctrica, potencial eléctrico, intensidad de corriente eléctrica, voltaje, resistencia y potencia, y leyes: Ohm, Watt y Joule de manera analítica y sistemática para apoyar la solución de problemas que reflejan situaciones eléctricas del entorno.



Estás trabajando para aplicar de manera sistemática los modelos matemáticos ( $E_p = \frac{kq_1q_2}{r}$ ,  $V = \frac{E_p}{q}$ ,  $I = \frac{q}{t}$ ,  $V = RI$ ,  $P = \frac{W}{t}$ ,  $P = VI$ ,  $Q = VIt$ ) que representan los conceptos y leyes que rigen el comportamiento de las cargas eléctricas, en la solución de problemas prácticos relacionados con el entorno inmediato y/o tu vida cotidiana, para obtener resultados cuantitativos.

Sustituyendo los valores de potencia y voltaje, encontramos que:

$$I = \frac{895,200 \text{ W}}{2,000 \text{ V}} = 447.6 \text{ A}$$

La corriente producida por el generador es de 447.6 A. Ahora es tu turno.



Con los conocimientos adquiridos y las habilidades que has desarrollado para resolver los siguientes problemas de manera adecuada. Si tienes dificultades en responder alguno es recomendable que revises de nuevo los conceptos y principios estudiados, hasta lograr dominarlos.

- Supongamos que quieres arreglar un pequeño radio que dejó de funcionar. Al abrirlo, observas que se ha quemado un pequeño resistor que deja pasar 0.6 A de corriente al conectarse a un voltaje de 120 V. Calcula la resistencia del elemento quemado, para que puedas reemplazarlo.
- Una extensión eléctrica es capaz de transportar hasta 5 A de corriente sin calentarse demasiado. Consideras que sería seguro conectar en ella un tostador eléctrico que tiene una resistencia de  $15 \Omega$  cuando está caliente si se conecta la extensión a una línea de 120 V.
- Un foco de 100 W se conecta a un voltaje de 120 V. Calcula: a) La intensidad de la corriente que circula a través de él. b) La resistencia del foco.
- Calcula la potencia de una plancha cuya resistencia es de  $50 \Omega$  que se conecta a un voltaje de 120 V. Esto te permitirá conocer la cantidad de energía eléctrica que se consume al planchar la ropa y hacer conciencia del desperdicio energético que se genera cuando se deja conectada la plancha sin estarla utilizando.
- Por el calefactor de una parrilla eléctrica circulan 5 A de corriente al conectarse a un voltaje de 120 V. Calcula el calor que genera en un minuto.



Consulta el Apéndice 1 para revisar tus respuestas y encontrar una explicación del procedimiento que lleva a ellas en caso de que tengas dudas.



## SECCIÓN 3 ¿De dónde viene la electricidad?

### Electricidad y desarrollo

Entender el comportamiento electromagnético de la naturaleza ha sido, sin lugar a dudas, uno de los conocimientos más redituables para el ser humano. Voltea a tu alrededor. Sería difícil imaginarse el mundo de hoy sin el desarrollo de la tecnología eléctrica. Piénsalo. Luz artificial, teléfonos, computadoras, hornos, televisiones, todos estos avances que nos hacen la vida más cómoda, no serían posibles sin la electricidad. Claro que, como todo en esta vida, nada es gratis; y no estamos hablando desde el punto de vista económico, sino hablando en términos físicos. En la naturaleza todo tiene un costo, un fenómeno se realiza a expensas de otro; dicho de otra manera, todo cambio requiere de una energía.



Estás trabajando para relacionar las leyes electromagnéticas para comprender el funcionamiento de los equipos eléctricos de tu vida cotidiana.



La energía es una de tantas variables físicas que resulta complicado definir. Se sabe que existe una cantidad que se conserva en los procesos físicos, que se transfiere de un sistema a otro, incluso se puede cuantificar, pero resulta difícil darle un significado real. Tomemos por ejemplo, el caso de la energía cinética, la cual se calcula con la expresión:  $E_c = \frac{Mv^2}{2}$ .

¿Qué significado físico se puede dar al cuadrado de la rapidez?

A pesar de que interpretar el concepto de energía no es fácil podemos dar una idea general explicando que la energía es la capacidad de generar un cambio.

Para poder dar una respuesta completa a esta pregunta, es necesario entender los conceptos y principios básicos del **electromagnetismo**, rama de la física que se encarga de estudiar las relaciones que existen entre los fenómenos eléctricos y magnéticos en la naturaleza.



### Magnetismo

Es fácil saber hacia dónde se va en lugares como las ciudades en los que todo está claramente señalado. Si se quiere ir hacia el Sur, basta con tomar cierta avenida, pero si se quiere ir hacia el Oeste, habrá que tomar otra. Pero, ¿cómo le harías para saber hacia dónde vas en un bosque? Claro, podrías responder que se puede utilizar la posición del sol o de algunas estrellas, pero, ¿si está nublado?

#### UN MOMENTO DE REFLEXIÓN

Anteriormente, estudiamos que para que un aparato eléctrico funcione debe tener a su alcance un suministro de energía potencial eléctrica, como una batería o un tomacorriente, que haga marchar a los electrones a través de los circuitos que componen al aparato. Sin embargo, vale la pena retomar la pregunta que se hizo al inicio de la unidad para saber: ¿cómo se genera la energía que alimenta las instalaciones eléctricas de los hogares en México?

---



---



---



---



---



---



Estás trabajando para describir el concepto: *campo magnético*, y las *leyes de Ampere y Faraday* que explican el comportamiento de la electricidad y el magnetismo, para representarlos sistemáticamente mediante la aplicación de relaciones y funciones al observar y analizar la presencia de estos en la vida cotidiana.

### glosario

**Brújula:** instrumento consistente en una caja en cuyo interior una aguja imantada gira sobre un eje y señala el norte magnético, que sirve para determinar las direcciones de la superficie terrestre.

Actualmente, con el desarrollo de la tecnología satelital es fácil orientarse; basta comprarse un aparato conocido como GPS (Sistema de Geoposicionamiento Global, por sus siglas en inglés) para poder trazar una ruta, incluso aunque no se cuente con alguna referencia visual. Sin embargo, desde hace siglos, los seres humanos han realizado larguísimos viajes sin tener satélites, ayudados únicamente de un invento muy ingenioso: la **brújula**.

Y tú, ¿sabes cómo funciona una brújula? Explícalo en las siguientes líneas.

A lo largo de esta unidad hemos revisado la teoría básica de la electricidad, así que ahora nos dedicaremos al estudio de los fenómenos magnéticos. El descubrimiento del magnetismo data de hace miles de años y se documentó por primera vez en una región de Asia conocida como Magnesia. Los habitantes de esa región observaron que había rocas que se atraían unas a otras; actualmente sabemos que estas rocas están formadas de óxidos de hierro y se conocen comúnmente como imanes (o magnetos, haciendo honor a su lugar de origen). El magnetismo fue estudiado por algunas civilizaciones antiguas, como los griegos, pero solo como una curiosidad; fueron los chinos, sin embargo, quienes encontraron que es posible orientarse geográficamente haciendo uso de un imán y desarrollaron un invento que se conoce como la brújula.

Como veremos más adelante, el magnetismo está íntimamente relacionado con nuestra vida diaria, así que procederemos a estudiar la teoría básica.



### Límites del conocimiento

En el año 2007 los físicos Peter Grünberg y Albert Fert ganaron el Premio Nobel de Física por descubrir un efecto magnético que permitió a las compañías de computadoras desarrollar discos duros con mayor capacidad de almacenamiento. El fenómeno se conoce como magnetorresistencia gigante y es un tema de estudio actual en el mundo de la física y la ingeniería.

### UN MOMENTO DE REFLEXIÓN

Seguramente tienes algunas nociones respecto a lo que sucede cuando dos imanes interactúan, así que escríbelo.

---



---



---



---

Veamos que tan acertadas son tus ideas. A continuación haremos una revisión de los aspectos más relevantes del magnetismo mediante una actividad experimental que te permitirá construir conocimientos a partir de la observación crítica de fenómenos.



Vamos a realizar una serie de experimentos para identificar algunas de las propiedades de los imanes. No olvides tomar notas detalladas de todas las observaciones que hagas. Necesitas conseguir el siguiente material en alguna papelería o tlapalería:

- 3 imanes de barra.
- 2 imanes circulares.
- algunos objetos hechos de distintos materiales metálicos: clips, clavos, tornillos galvanizados, trozos de aluminio o cobre, entre otros.
- limadura de hierro (se consigue en papelerías o tlapalerías).

La actividad puede dividirse en dos partes, que pretenden responder a las siguientes preguntas:

¿Cómo es la interacción entre imanes?, ¿y con otros materiales?

1) Interacción entre imanes

Toma dos imanes de barra y acércalos, ¿qué sucede? \_\_\_\_\_

Ahora, dale vuelta a uno de los imanes, ¿qué efecto observas? \_\_\_\_\_

Puedes amarrar uno de los imanes con un hilo para que quede suspendido y se pueda observar mejor la interacción entre ellos. \_\_\_\_\_

Haz un orificio en el centro de los imanes circulares y colócalos en un lápiz o una pluma para ver el efecto de levitación magnética (el imán de arriba flota en el aire debido a la presencia del otro).

A partir de tus observaciones, responde la siguiente pregunta: ¿cómo es la interacción entre los imanes?

\_\_\_\_\_

Como podrás darte cuenta la interacción magnética es muy similar a la interacción eléctrica, pero no pierdas de vista que se trata de fenómenos completamente distintos. En magnetismo, las partes del imán se conocen como **polo norte** y **polo sur** magnético.

Verifiquemos ahora una propiedad muy interesante y particular de los imanes. Toma uno de los imanes y pártelo a la mitad ¿Cambia la interacción?

\_\_\_\_\_



Estás trabajando para identificar las leyes de la electricidad y el magnetismo por los conceptos que intervienen en sus modelos matemáticos para aplicarlos en situaciones sobre estas temáticas que se presentan en la vida cotidiana.





Si una de esas mitades se vuelve a partir en dos ¿Hay algún cambio? \_\_\_\_\_

2) Interacción de los imanes con otros materiales

Para hacer otra prueba, acerca los imanes a distintos materiales y observa qué es lo que sucede. Coloca un pequeño montón de clips sobre una mesa y acerca un imán, escribe cómo reaccionan los clips

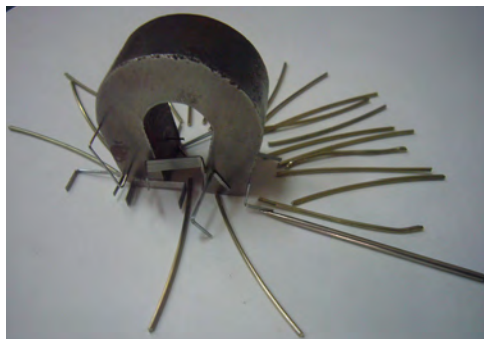
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Por último, esparce un poco de limadura de hierro sobre una hoja de papel y colócala sobre los imanes circulares separados a cierta distancia, ¿qué pasa con la limadura?

\_\_\_\_\_

Observa que la limadura de hierro se acomoda en patrones similares al del campo eléctrico generado por dos cargas; estos patrones son indicativos del **campo magnético**.



Tras haber hecho la actividad anterior, seguramente llegaste a las siguientes conclusiones:

- ▣ Los imanes tienen dos polos que interactúan de forma distinta, bajo la regla de que polos iguales se repelen y polos contrarios se atraen, de manera similar a la interacción de cargas eléctricas.
- ▣ Si se corta un imán, no es posible dejar polos separados, cada uno de los trozos de un imán cortado se comportan a su vez como imanes.
- ▣ Hay algunos materiales, como el hierro, que al entrar en contacto con un imán, se comportan a su vez como si también fueran imanes.
- ▣ Cabe señalar que la unidad de medición del campo magnético en el Sistema Internacional de Medidas es el Tesla, y se simboliza con la letra T. Por ejemplo, la magnitud del campo magnético generado por un imán de barra común (como los que venden en las papelerías) es de cerca de 0.01 T, mientras que la magnitud del campo magnético terrestre es de 0.0005 T.
- ▣ El aparato que se utiliza para medir la magnitud de campos magnéticos se conoce como galvanómetro.



A partir de la forma en la que los materiales reaccionan ante la presencia de un campo magnético se clasifican fundamentalmente en los siguientes grupos:



**Ferromagnéticos:** son los imanes por excelencia, es decir, son materiales que pueden ser magnetizados permanentemente por la aplicación de campo magnético externo. Como ejemplos tenemos el hierro, el níquel, el cobalto y las aleaciones de estos.

**Paramagnéticos:** cada átomo que los constituye actúa como un pequeño imán pero se encuentran orientados al azar de modo que el efecto magnético se cancela. Cuando se someten a un campo magnético externo adquiere una magnetización paralela que desaparece al ser retirado el campo. Algunos ejemplos son el aluminio, el magnesio, titanio, el wolframio o el aire.

**Diamagnéticos:** en estos materiales la disposición de los electrones de cada átomo es tal que se produce una anulación global de los efectos magnéticos. Bajo la acción de un campo magnético externo la sustancia adquiere una magnetización débil y en el sentido opuesto al campo aplicado. Son diamagnéticos el bismuto, la plata, el plomo y el agua.



Estás trabajando para comprender el modelo matemático  $B = k/r$ , que representa conceptos y leyes del magnetismo, para aplicarlo en el estudio de problemas o experimentos que se presentan en el entorno o en la vida cotidiana.

## Electricidad + Magnetismo = Electromagnetismo

Ahora bien, habrás notado que los fenómenos magnéticos son muy similares a los eléctricos, por lo que es de suponer que exista una relación entre ellos. Durante muchos años, se pensaba que la electricidad y el magnetismo eran características independientes, de la naturaleza hasta que en 1819, el físico danés Hans Christian Ørsted, demostró que una corriente eléctrica puede generar efectos similares a los que produce un imán. A partir de ese momento, la relación entre electricidad y magnetismo quedó al descubierto y científicos como el francés André-Marie Ampère, el alemán Carl Friedrich Gauss y el inglés Michael Faraday, se dedicaron a desenmarañar sus misterios.

Actualmente sabemos que la electricidad y el magnetismo están íntimamente relacionados: un campo eléctrico variable produce un campo magnético y a su vez, un campo magnético variable genera un campo eléctrico. A este fenómeno se le conoce como **inducción electromagnética**, y sirve como el principio en el que se basa el funcionamiento de generadores y motores eléctricos.

Dentro de la teoría electromagnética, existen dos leyes que describen el comportamiento de fenómenos de inducción: la ley de Ampère y la ley de Faraday.

La ley de Ampère analiza la relación que existe entre la magnitud del campo magnético y la intensidad de la corriente que lo genera. La idea básica detrás de la ley de Ampère se refiere al hecho de que el campo magnético tiene la potencialidad de generar un movimiento de cargas eléctricas; la forma matemática de la ley de Ampère en general es muy compleja y requiere de herramientas de cálculo vectorial para manipularla. Sin embargo, es posible lograr distintas simplificaciones, siempre y cuando se impongan restricciones.

Para el caso particular del campo producido por una corriente circulando por un alambre recto de lar-



Para **saber** más

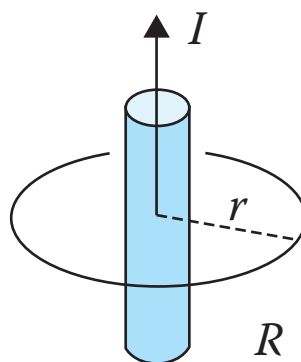
André-Marie Ampère fue un matemático y físico francés, conocido por sus importantes aportes al estudio de la electricidad y el magnetismo. Ampère formuló las leyes que estudian el efecto magnético provocado por una corriente eléctrica, lo que hizo posible el funcionamiento de los actuales aparatos de medición de corriente eléctrica, llamados amperímetros. Murió en Francia en 1836.



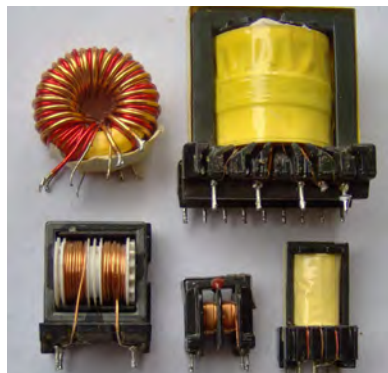
go infinito, la magnitud del campo es directamente proporcional a la intensidad de la corriente e inversamente proporcional a la distancia a la que esté del alambre. La magnitud del campo magnético producido por el alambre puede escribirse como:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

En esta ecuación,  $B$  es la magnitud del campo magnético,  $\mu_0$  es la permeabilidad magnética del vacío (una constante física que equivale a  $4\pi \times 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$ ),  $I$  es la intensidad de la corriente y  $r$  es la distancia que existe entre el alambre y el punto en el que se calcula el campo.



Detengámonos un momento a analizar la relación  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ . Matemáticamente, ¿qué tipo de relaciones puedes observar? El cociente  $\frac{\mu_0}{2\pi}$  es una cantidad constante, en cambio, la intensidad de corriente  $I$  y la distancia al alambre  $r$  son variables. Observa que la magnitud del campo magnético es directamente proporcional a la intensidad de corriente,  $B \propto I$ , por lo que a mayor corriente, el campo magnético producido será mayor; por el contrario, la relación entre la magnitud del campo magnético y la distancia al alambre es inversamente proporcional,  $B \propto \frac{1}{r}$ , así que el valor de  $B$  disminuirá a medida que nos alejemos del alambre.



La ley de Ampère se utiliza para describir el funcionamiento de un elemento muy utilizado en aparatos eléctricos: el solenoide. Un solenoide se construye enrollando en forma de hélice un alambre conductor alrededor de un carrete cilíndrico; el alambre debe estar fuertemente apretado y el carrete debe ser más largo comparado con su diámetro interior para que el solenoide funcione adecuadamente.

Los solenoides se utilizan para generar de manera controlada campos magnéticos dentro de un aparato eléctrico, como si fuesen imanes que podemos manipular a placer. Aplicando la ley de Ampère al solenoide, se puede encontrar que el campo magnético producido por este instrumento es  $B = \mu_0 nI$ , en donde  $I$  se refiere a la corriente que circula por el alambre y

$n$  es el número de vueltas que da el alambre alrededor del carrete. Como se puede ver, el campo magnético producido será más intenso mientras más vueltas tenga el solenoide; algunos se construyen con miles de vueltas. Los solenoides son componentes básicos en la construcción de motores eléctricos, pues, como observaste en la actividad 8 se puede generar movimiento por medio de la interacción entre los polos de dos imanes.



La ley de Ampère estudia el campo magnético producido por una corriente eléctrica. La contraparte de la inducción electromagnética, es decir, la generación de electricidad por medio del magnetismo fue estudiada por Michael Faraday.

Antes de estudiar la ley de Faraday, es necesario definir un concepto relacionado con el campo magnético. El **flujo magnético** es una forma de medir la cantidad de campo magnético que cruza por un área determinada. Puedes verlo de esta manera: en un día lluvioso, si extiendes la palma de la mano hacia arriba, te caerán muchas gotas en la mano, pero a medida que giras la mano, cada vez te golpean menos; si en lugar de lluvia tuviéramos un campo magnético, la cantidad de campo en tu mano sería el flujo. En el Sistema Internacional, la unidad de medida de flujo magnético es el Weber (Wb), que equivale a un Tesla por metro cuadrado ( $T m^2$ ).

La ley de Faraday dice que el cambio en el tiempo del flujo magnético puede inducir un voltaje, es decir, si la cantidad de campo magnético que cruza por una superficie cambia con el tiempo, se producirá una diferencia de potencial eléctrico. Además, el voltaje inducido en un circuito cerrado es directamente proporcional a la rapidez con que cambia en el tiempo el flujo magnético que atraviesa la superficie encerrada por el circuito.

Tomando prestada la notación del cálculo vectorial, la ley de Faraday se puede expresar como:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

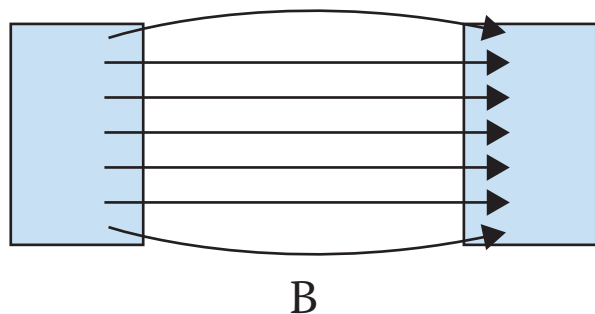
El análisis de esta ecuación está fuera de los alcances de este libro y corresponde a un curso de cálculo vectorial. Para los fines de este texto, basta con entender el tema central de la ley: el hecho que el cambio del flujo magnético puede generar una diferencia de potencial. ¿Por qué es tan importante entender esto? Porque aquí radica la base del funcionamiento de los generadores eléctricos.



Michael Faraday fue un físico inglés conocido principalmente por su descubrimiento de la inducción electromagnética. Sus investigaciones fueron fundamentales en el desarrollo de la electricidad al establecer que el magnetismo produce electricidad a través del movimiento de cargas eléctricas.

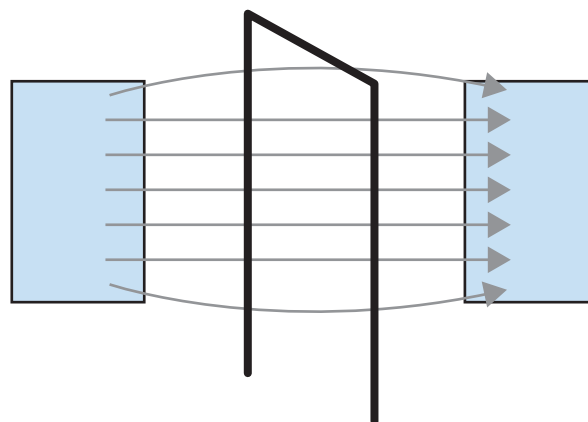
Faraday Murió en Londres, Inglaterra, en 1867, a los 76 años de edad.





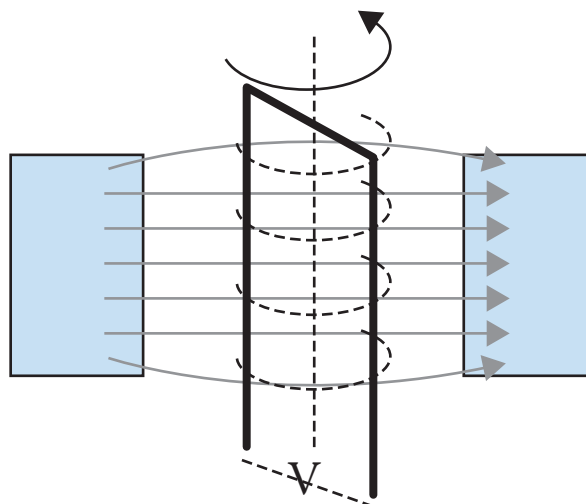
Piénsalo de esta manera: tienes un par de imanes que producen un campo magnético como el que se muestra a continuación.

Ahora, colocas un alambre doblado en forma de rectángulo en el interior de ese campo magnético.



Como puedes observar, hay un flujo magnético a través del alambre, es decir, hay un campo magnético cruzando el área que encierra el alambre, como si el alambre fuera el marco de una puerta y el campo cruzara a través de él.

Mientras este dispositivo se mantenga estático, nada sucederá, pero si hacemos que el alambre gire alrededor de un eje vertical, el flujo magnético a través de él irá cambiando con el tiempo, produciendo una diferencia de potencial entre los extremos del alambre.



El generador eléctrico más simple consta de un alambre enrollado en círculo que gira dentro del campo magnético producido por dos imanes estáticos (es posible construirlo también de tal forma que el alambre quede estático y los imanes se muevan). El cambio del flujo magnético a través del alambre genera una diferencia de potencial en los extremos del alambre, produciéndose así la conversión de energía mecánica a energía eléctrica. Ahora bien, es necesario hacer girar el dispositivo, lo cual se puede hacer de distintas maneras: aprovechando el flujo de agua de un río, o el viento, quemando un combustible como gas, carbón o petróleo; a nivel industrial, el procedimiento más utilizado consiste en hacer girar turbinas mediante vapor de agua a alta presión.

Al conocer el funcionamiento de un generador eléctrico, nos acercamos cada vez más a la respuesta a la pregunta que originó el estudio de esta parte de la unidad: ¿cómo se genera la energía que alimenta las instalaciones eléctricas de los hogares en México?

Como habrás observado, de acuerdo con la **ley de Ampère**, una corriente eléctrica logra generar un campo magnético; ahora bien, para que exista una corriente eléctrica en un conductor, es necesario inducir a través de él un campo eléctrico que provoque el desplazamiento de los electrones, lo que quiere decir que la ley de Ampère sirve para determinar el campo magnético que se genera a partir de las **variaciones** del campo eléctrico. Por otro lado, la **ley de Faraday** expresa la relación que se presenta entre la variación del campo magnético en el espacio y el campo eléctrico que genera dicha variación.

#### glosario

**Variación:** acción o efecto de hacer que una cosa sea diferente en algo de lo que antes era.

**Bobina:** componente de un circuito eléctrico formado por un alambre aislado que se arrolla en forma de hélice.



## La energía eléctrica en México

¿Recuerdas que iniciamos el estudio de esta parte de la unidad preguntándonos cómo se genera la energía que alimenta las instalaciones eléctricas de los hogares en México? De acuerdo con la ley de Faraday, si logramos hacer que cambie el campo magnético a través de un conductor, podremos generar una diferencia de potencial. Así, colocando un arreglo de **bobinas** que pudieran girar dentro del campo magnético producido por un arreglo de imanes, lograríamos generar energía eléctrica. La pregunta ahora se reduce a conocer el tipo de energía encargada de hacer girar los conductores.



Consulta las estadísticas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) acerca de la generación de electricidad en México en la siguiente dirección electrónica (<http://www.cfe.gob.mx>.)

Investiga también cómo se da el proceso de producción en cada uno de los tipos de generación, poniendo especial énfasis en el tipo de energía que se utiliza para convertirla en energía eléctrica. Puedes revisar el Apéndice 1 para encontrar una explicación



de los tipos de generación, pero no debes olvidar que para poder desarrollar plenamente las competencias que requiere esta unidad, es indispensable que seas tú mismo quien indague en las fuentes sugeridas.

#### Más información en...

Revisa la información de la CFE respecto de La Presa La Yesca, en <http://www.cfe.gob.mx/yesca/es/Paginas/Inicio.aspx>

[Consulta: 20/02/2012].

Al realizar la actividad anterior te pudiste dar cuenta de que en México se debe quemar una enorme cantidad de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas, etcétera) para poder generar electricidad. Esto produce una gran contaminación y afectaciones severas a los **ecosistemas** y a la salud de los mexicanos.

#### glosario

**Ecosistema:** comunidad de los seres vivos cuyos procesos vitales se relacionan entre sí y se desarrollan en función de los factores físicos de un mismo ambiente.

### La luz y otras ondas

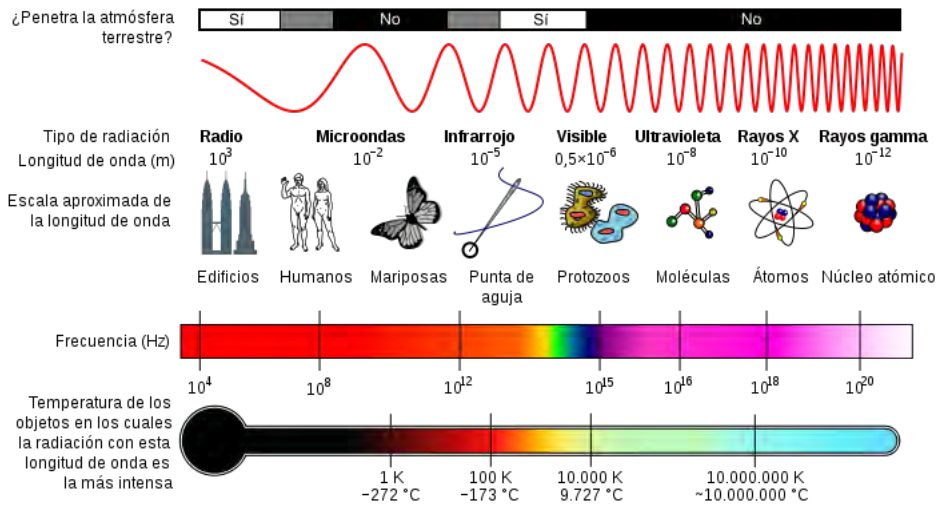
La electricidad y el magnetismo son fenómenos íntimamente relacionados. Esta relación quedó de manifiesto en la teoría electromagnética cuando en el año de 1873, el físico escocés James Clerk Maxwell publicara su *Tratado de la electricidad y el magnetismo*, en el que formulaba un grupo de cuatro leyes en las que se relacionaba el campo eléctrico con el campo magnético. Aunque Maxwell no es en realidad el autor de ninguna de las cuatro leyes, su gran mérito radica en darse cuenta de que a partir de estas leyes (formuladas de manera independiente por diferentes científicos), era posible explicar cualquier fenómeno electromagnético.

Uno de los grandes aciertos de la teoría electromagnética de Maxwell fue predecir la existencia de ondas electromagnéticas, hecho que fue verificado experimentalmente por Heinrich Hertz en 1888. De acuerdo con la teoría, un campo eléctrico variable puede generar un campo magnético y un campo magnético variable puede generar un campo eléctrico, lo que puede generar **ondas electromagnéticas**: un campo eléctrico cuya magnitud varía en forma de onda y genera un campo magnético que varía de la misma forma, por lo que ambos viajan por el espacio formando ondas que se van autoinduciendo. Las ondas producidas de esta manera difieren solamente en la longitud de onda o en la frecuencia.

Una de las expresiones más grandes de la inducción electromagnética es la luz. La luz que nos permite ver nuestro entorno es un tipo particular de onda electromagnética, en la que tanto el campo eléctrico como el magnético viajan a través del espacio.

Además, de la luz, existen otros tipos de ondas electromagnéticas que, como mencionamos anteriormente, difieren únicamente en la longitud de onda. El espectro electromagnético las diferentes clases de ondas electromagnéticas, clasificándolas de acuerdo a su longitud de onda o su frecuencia.

Dentro del espectro electromagnético encontramos: ondas de radio y microondas, que se utilizan principalmente en telecomunicaciones, radiación infrarroja, la luz visible, radiación ultravioleta, rayos X y rayos Gamma.



### Asesoría

Para poder familiarizarte con los elementos que intervienen en las ondas electromagnéticas puedes ver una animación que los muestra detalladamente en el sitio de Internet: <http://www.educaplus.org/play-321-Onda-electromagnética.html>  
 Vale la pena también revisar en Internet sobre las ondas electromagnéticas, sobre todo el diagrama que presenta la comparación del tamaño de las ondas con objetos de la vida cotidiana: [http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro\\_electromagnético](http://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_electromagnético)  
 [Consulta: 13/02/2012].



El descubrimiento de las ondas electromagnéticas y su posterior aplicación tecnológica han impactado fuertemente nuestra vida cotidiana. Para que puedas darte una idea clara de esto, busca en medios bibliográficos y electrónicos información que te lleve a deducir el papel de las ondas electromagnéticas en:

- Televisión.
- Radiografías (Imágenes que se utilizan en medicina para observar el interior del cuerpo).
- Telefonía celular.

Compara tus respuestas con las que se incluyen en el Apéndice 1.







Estás trabajando para utilizar de manera responsable los conceptos (carga eléctrica, campo eléctrico, energía potencial eléctrica, potencial eléctrico, intensidad de corriente eléctrica, voltaje, resistencia, potencia, campo magnético) y leyes (Coulomb, Ohm, Ampere, Watt, Joule y Faraday) de la electricidad y el magnetismo en la explicación de situaciones de la vida cotidiana, para proponer líneas de acción que ayuden a mejorar tu comunidad, estado, región, país o el mundo.

Aunque en México existen grandes inversiones en obras hidroeléctricas, casi tres cuartas partes de la electricidad que se produce proviene de la quema de combustibles fósiles: derivados del petróleo, gas o carbón, lo cual genera cantidades importantes de contaminantes atmosféricos, que resultan ser muy dañinos para el ambiente. Por esta razón, el gobierno, el sector científico y la sociedad han propuesto programas de ahorro de energía y utilización de fuentes no contaminantes de energía.

Existen grandes proyectos de infraestructura en nuestro país para generar energía eléctrica “limpia” (por medio de fuentes no contaminantes), como la planta hidroeléctrica de El Cajón, de la cual se habló en la unidad 1, o el parque eólico de La Venta II, del cual se hablará en la unidad 3; sin embargo, independientemente de la fuente que se utilice, el proceso para convertir energía mecánica en eléctrica es casi siempre el mismo: una turbina conectada a un generador.



#### Gestión del aprendizaje

De manera general, podemos señalar que el resumen es un escrito breve y preciso del contenido esencial de un texto, discurso oral o acontecimiento.

Toma en cuenta los siguientes aspectos para hacer un resumen:

- Lee con atención el texto (las veces que sean necesarias) e identifica las ideas principales y secundarias. Para algunas personas resulta muy útil subrayar lo que consideran importante.
- Una vez identificadas las ideas del texto, es recomendable enlistarlas con la finalidad de tener orden y coherencia.
- Para elaborar el resumen, escribe las ideas principales con tus propias palabras, introduciendo palabras o frases de enlace que te permitan ir relacionando dichas ideas.
- La extensión del resumen no debe de exceder de la cuarta parte del texto que se está resumiendo.



## Autoevaluación

Para finalizar esta unidad, realizarás una actividad que te permitirá identificar el nivel de avance que has logrado en el estudio de electricidad y magnetismo.

Revisa la información que se presenta acerca del proyecto hidroeléctrico La Yesca y responde las preguntas que se incluyen a lo largo del texto. Es importante que respondas de forma honesta, pues de esta manera podrás identificar si has logrado desarrollar las competencias que plantea la unidad o si requieres un esfuerzo mayor para alcanzar tu meta.

1. La planta hidroeléctrica La Yesca contará con dos generadores tipo síncrono de eje vertical trifásico, cada uno con una corriente nominal de 13 kA y un voltaje de generación de 17 kV, los generadores tienen una eficiencia media de 98.75%.

Responde con honestidad:

- |  |    |    |
|--|----|----|
| a) ¿Puedes explicar en forma clara los conceptos corriente y voltaje?  | Sí | No |
| b) ¿Interpretas correctamente el significado de los símbolos kA y kV?  | Sí | No |
| c) Con la información proporcionada, ¿puedes calcular la potencia del generador?                                       | Sí | No |
| d) ¿Encuentras diferencias entre la información que te arrojaría la ley de Ohm y la ley de Joule aplicada a este caso? | Sí | No |
2. Un generador síncrono está compuesto por dos partes: una fija o estator, y otra móvil o rotor. El estator está constituido por un paquete de conductores conectados entre sí, para así crear un conjunto de bobinas. El rotor, que se ubica dentro del estator, consiste en un electroimán alimentado por corriente continua. El giro del rotor se produce mediante una máquina impulsora que mantiene una velocidad angular constante, en el caso de La Yesca, el rotor será impulsado por una turbina tipo “Francis” con una potencia de 380.32 MW y una eficiencia de 95%.
 

a) ¿Distingues las propiedades de un conductor y un aislante?	Sí	No
b) ¿Puedes explicar correctamente el principio de inducción electromagnética?	Sí	No
c) ¿Relacionas el principio de inducción electromagnética con el funcionamiento de algún aparato eléctrico que se utilice en tu casa?	Sí	No
d) ¿Puedes aplicar adecuadamente la ley de Ampère para calcular el campo magnético producido por un electroimán en forma de solenoide?	Sí	No

3. Entre los beneficios del proyecto se pueden contar:

- ▣ Generación media anual total de 1,210 GWh (943 GWh firme y 267 GWh secundaria).
- ▣ Incremento en la generación de El Cajón/Aguamilpa (2/9GWh).
- ▣ Permitirá la diversificación de fuentes de energía.
- ▣ Creación de 5,000 empleos directos e igual cantidad de indirectos durante su construcción, estimada en 54 meses.
- ▣ Importante derrama económica en la región.
- ▣ Mejoras sociales en los poblados Mesa de Flores, Hostotipaquillo y La Yesca.
- ▣ Propiciará la actividad pesquera, comercial y turística.

¿Distingues claramente entre Electricidad y Magnetismo? Sí    No

¿Identificas la importancia de los conceptos y leyes de Electricidad y Magnetismo en tu vida cotidiana? Sí    No

¿Aplicas modelos matemáticos relacionados con los conceptos y leyes estudiados en la unidad en la solución de problemas prácticos en tu entorno? Sí    No

¿Consideras que con los aprendizajes de esta unidad podrías proponer líneas de acción que ayuden a mejorar tu comunidad? Sí    No

Al terminar de responder, cuenta el número de respuestas afirmativas y revisa la siguiente escala para ubicar tu nivel de avance en la unidad.

De 0 a 5 respuestas afirmativas Principiante	De 6 a 8 respuestas afirmativas En desarrollo	De 9 a 12 respuestas afirmativas Competente
Reconoces algunos conceptos y leyes del electromagnetismo. Es recomendable que estudies nuevamente la unidad para consolidar los saberes requeridos. Si al terminar tu estudio, aún encuentras dificultades de comprensión, no olvides que puedes recurrir a la Asesoría académica.	Comprendes algunos conceptos de electricidad y magnetismo, y aplicas algunas leyes y modelos matemáticos para explicar fenómenos electromagnéticos. Es recomendable que regreses a estudiar aquellos saberes relacionados con tus respuestas negativas. No olvides que puedes recurrir a la Asesoría académica en caso de enfrentar dificultades de comprensión.	Comprendes y resuelves situaciones de la vida cotidiana donde se presentan fenómenos eléctricos y magnéticos mediante el conocimiento y uso adecuado de conceptos y leyes del electromagnetismo.





## Leyes de los gases

### ¿Qué voy a aprender y cómo?



En esta unidad aprenderás las propiedades básicas de los gases, las leyes que determinan su comportamiento y la relación que existe entre la materia y la energía. Aprenderás además a relacionar los conceptos y las leyes a situaciones de la vida cotidiana, mientras podrás ir desarrollando competencias que te permitirán entender uno de los problemas más relevantes en el mundo de hoy: el calentamiento global.

En el contexto de las matemáticas, adquirirás habilidades en el manejo de gráficas, herramientas de suma utilidad para el análisis de datos.

Para lograr un aprendizaje exitoso, es indispensable tu trabajo arduo y constante; tendrás que ir superando obstáculos que se interpondrán en tu camino, pero, tú tienes las habilidades y capacidades para lograr salir adelante y así concluir el módulo.

### ¿Con qué propósito?

El propósito de esta unidad es que analices los principios fundamentales de las leyes de los gases (Boyle-Mariotte, Charles, Gay-Lussac y la ley General de los Gases), para vincularlos a situaciones de la vida cotidiana mediante la aplicación de herramientas y modelos matemáticos.

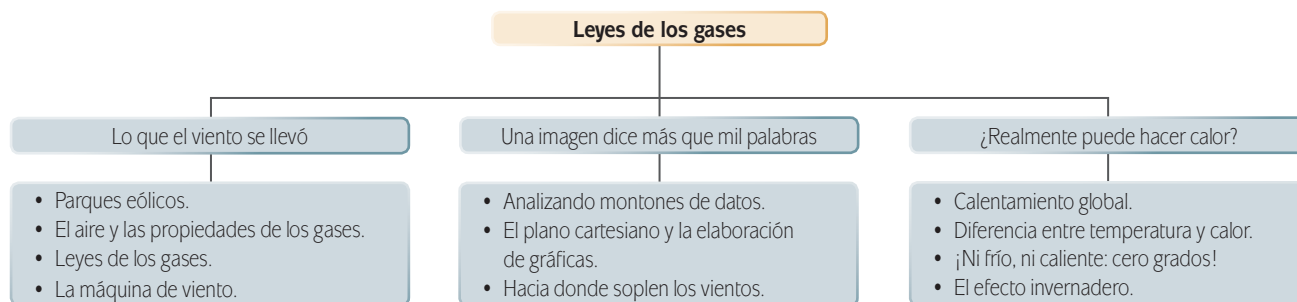
### ¿Qué saberes trabajaré?

En esta unidad los saberes serán abordados de manera interdisciplinaria, es decir, habrá cuestiones del área matemática y de las ciencias experimentales, de tal modo que sólo se utilizarán los conceptos necesarios de cada uno de los campos para comprender, de manera sencilla y elemental, los fenómenos más comunes de tu entorno relacionados con los gases y los intercambios de energía entre distintos objetos; los conocimientos se contextualizan de forma que se te facilite comprender el problema de la contaminación atmosférica y su relación con el calentamiento global con el fin de que comprendas todos los conceptos básicos de esta unidad de manera significativa.

Los temas estudiados en la unidad se dividen en tres secciones: la primera, denominada: *Lo que el viento se llevó*, aborda los conceptos básicos de los gases, sus propiedades y las leyes que rigen sus relaciones, con la finalidad de entender el origen del viento; la segunda sección se llama: *Una imagen dice más que mil palabras*, y en ella estudiarás la teoría matemática básica que existe detrás de una de las herramientas de análisis de datos más socorrida en el mundo científico: las gráficas; la última sección, llamada: *¿Realmente puede hacer calor?*, explica la diferencia que existe entre calor y temperatura, además de que busca darte a conocer los mecanismos de transferencia de energía que se generan cuando interactúan cuerpos con distintas temperaturas. El conjunto de conocimientos que adquieras en esta unidad te permitirán tomar conciencia del uso responsable de las energías y de la necesidad que se tiene actualmente de buscar alternativas no contaminantes para la generación de electricidad para contrarrestar los efectos del calentamiento global. Como actividad final deberás hacer un resumen acerca del funcionamiento de una planta de generación eléctrica que utiliza tanto energía solar como la del viento, comentándolo con tus familiares, amigos o vecinos.

### ¿Cómo organizaré mi estudio?

La última unidad de este módulo, al igual que las anteriores, contiene 3 secciones en las cuales irás construyendo tu propio aprendizaje a partir de los contenidos que se te proporcionarán a lo largo del camino. Verás que podrás adquirir aprendizajes que te permitirán entender los fenómenos o situaciones cotidianas y además podrás ofrecer una explicación objetiva sobre ellos.



Para la organización de tu trabajo sería recomendable que tomes en cuenta las siguientes sugerencias:

- Requiere un estimado de 25 horas, para lo cual te proponemos realizar una distribución de tu tiempo de la siguiente manera:

Sección	Tiempo sugerido (horas)
1. Lo que el viento se llevó	10
2. Una imagen dice más que mil palabras	6
3. ¿Realmente puede hacer calor?	9

- Es recomendable seguir el orden dispuesto, debido a que el proceso va construyendo saberes cada vez más complejos, pero que se basan en lo que has ido aprendiendo con anterioridad.
- Para la resolución de la unidad necesitarás tu libro, hojas sueltas, lápiz, bolígrafo, material para los experimentos, borrador y sacapuntas.
- Durante las tres secciones es indispensable utilizar una computadora conectada a Internet. Si no tienes una, busca dónde puedes tener acceso a ella.

## ¿Cuáles serán los resultados de mi trabajo?

Para lograr el propósito de la unidad es importante que conozcas lo que aprenderás en cada una de las secciones.

En la sección 1, denominada *Lo que el viento se llevó*, aprenderás a:

- Diferenciar analíticamente los conceptos: presión, temperatura, volumen de un gas, y leyes: Boyle-Mariotte, Charles, Gay-Lussac, Avogadro y ley General de los Gases, que describen el comportamiento de los gases para comprenderlos y explicar situaciones de la vida cotidiana donde se presentan.
- Utilizar de manera responsable y correcta los equipos e instrumentos de medición para demostrar las leyes de los gases y apoyar su estudio.
- Describir y comprender los principios de la ley de Avogadro, para describir el comportamiento del volumen de un gas.
- Utilizar sistemáticamente métodos algebraicos (identificación de variables y/o constantes, fórmulas o modelos matemáticos, despejar variables, sustituciones, igualdades y resolución de ecuaciones) para obtener resultados cuantitativos en la solución de problemas relacionados con los conceptos y las leyes de los gases estudiadas en esta unidad para comprender su comportamiento cuando se presentan en la vida cotidiana.

En la sección 2, denominada *Una imagen dice más que mil palabras*, aprenderás a:

- Localizar de manera autónoma puntos en el plano cartesiano, que representen modelos matemáticos y/o las variables que describan las leyes de los gases para facilitar su comprensión y análisis.
- Sustituir las variables presentes en las relaciones y funciones que expresan las leyes de los gases, para despejarlas y comprender su comportamiento, a fin de dar solución a problemas mediante representaciones gráficas.
- Construir e interpretar gráficas de presión-volumen, temperatura-presión, temperatura-volumen, para determinar el comportamiento de las variables que intervienen en cada una de las leyes: Boyle-

Mariotte, Charles, Gay-Lussac, y ley General de los Gases, y apoyar el análisis de dichas leyes, en la descripción de fenómenos de esta naturaleza presentes en el entorno.

- Utilizar sistemáticamente métodos algebraicos (identificación de variables y/o constantes, fórmulas o modelos matemáticos, despejar variables, sustituciones, igualdades y resolución de ecuaciones) para obtener resultados cuantitativos en la solución de problemas relacionados con los conceptos y las leyes de los gases estudiadas en esta unidad para comprender su comportamiento cuando se presentan en la vida cotidiana.

En la sección 3, denominada *¿Realmente puede hacer calor?*, aprenderás a:

- Identificar las unidades de medición de los conceptos asociados a las leyes de los gases para diferenciar analíticamente unos conceptos de otros, además de facilitar la conversión entre los sistemas de medición.
- Utilizar sistemáticamente métodos algebraicos (identificación de variables y/o constantes, fórmulas o modelos matemáticos, despejar variables, sustituciones, igualdades y resolución de ecuaciones) para obtener resultados cuantitativos en la solución de problemas relacionados con los conceptos y las leyes de los gases estudiadas en esta unidad para comprender su comportamiento cuando se presentan en la vida cotidiana.
- Sustituir las variables presentes en las relaciones y funciones que expresan las leyes de los gases, para despejarlas y comprender su comportamiento, a fin de dar solución a problemas mediante representaciones gráficas.
- Conocer y diferenciar analíticamente los conceptos: presión, temperatura, calor, volumen de un gas, y leyes: Boyle-Mariotte, Charles, Gay-Lussac, Avogadro y ley General de los Gases, que describen el comportamiento de los gases para comprenderlos y explicar situaciones de la vida cotidiana donde se presentan.

Ahora sí, estamos por llegar a la recta final, por tal motivo ponte las pilas y sigue adelante. Tú puedes y eres una persona con demasiadas capacidades y habilidades. ¡Bienvenido a la recta final!

## INICIO

A lo largo de los últimos años, la humanidad ha cobrado conciencia de uno de los más grandes problemas que ha enfrentado en su historia. Durante siglos se pensó que la actividad humana era tan pequeña comparada con las grandes fuerzas de la naturaleza, que difícilmente podría afectar nuestro entorno. Sin embargo, estudios recientes sugieren que la enorme cantidad de gases contaminantes que los humanos hemos vertido indiscriminadamente en la **atmósfera**, han modificado de tal forma el clima del planeta, que en todo el mundo se ha observado un aumento de la temperatura ambiente, fenómeno que se conoce como **calentamiento global**.

De manera natural el Sol envía energía hacia la Tierra; de toda la energía que recibida, una parte se refleja hacia el espacio, mientras que el resto se queda aquí, manteniendo una temperatura adecuada en nuestro planeta (se requiere que la temperatura sea tal, que el agua no se congele ni se evapore). El reciente aumento de la concentración de los llamados **gases invernadero** en la atmósfera, ha ocasionado que el planeta retenga una mayor cantidad de energía, y por lo tanto, aumente su temperatura. Los gases invernadero se generan principalmente como

### glosario

**Atmósfera:** capa gaseosa que rodea un cuerpo celeste u otro cuerpo cualquiera. En el caso particular de nuestro planeta, es la capa de aire que rodea la Tierra.



resultado de la actividad industrial, por lo que en el año de 2005 entró en **vigor** un tratado internacional denominado el “Protocolo de Kyoto”, que busca que los países de todo el mundo reduzcan la emisión de gases invernadero producidos por sus industrias.

#### Más información en...

El protocolo de Kyoto es un tratado inicialmente adoptado el 11 de diciembre de 1997 en Kyoto, Japón, en el que 38 países se comprometían a reducir significativamente las emisiones de gases de invernadero producidas por la industria. Este tratado se encuentra dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Puedes consultar mayor información acerca del protocolo de Kyoto en el sitio de la Organización de las Naciones Unidas: <[http://unfccc.int/porta1\\_espanol/informacion\\_basica/protocolo\\_de\\_kyoto/items/6215.php](http://unfccc.int/porta1_espanol/informacion_basica/protocolo_de_kyoto/items/6215.php)>

También puedes encontrar información relacionada con este tema en el sitio del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés): <[http://www.ipcc.ch/home\\_languages\\_main\\_spanish.shtml](http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml)>

[Consulta: 24/02/2012].

En la unidad 2 se hace mención del impacto negativo que tiene en el ambiente la generación de electricidad por medio de la quema de combustibles fósiles; de hecho, el dióxido de carbono que se genera al quemar productos derivados del petróleo es uno de los principales gases invernadero que afectan el **equilibrio térmico** del planeta. Por esta razón, es muy importante que tomemos conciencia y busquemos formas de ahorro de energía, así como mecanismos de producción de electricidad que no dañen tanto al ambiente.

#### Para saber más

El efecto invernadero es el fenómeno por el cual determinados gases (llamados gases de invernadero) retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. Este fenómeno evita que la energía solar recibida constantemente por la Tierra vuelva inmediatamente al espacio, produciendo a escala mundial un efecto similar al observado en un invernadero.

Los principales gases de invernadero son:

- Vapor de agua
- Dióxido de carbono
- Metano
- Ozono
- Óxidos de nitrógeno

#### Para saber más

Los gases invernadero son gases que absorben energía que viaja por medio de ondas electromagnéticas, lo que eleva la temperatura de la atmósfera próxima a la corteza terrestre, por la dificultad de disipación de la radiación calorífica.

Más adelante en esta unidad se explica con mayor detalle lo que son los gases invernadero.

#### glosario

**Vigor:** fuerza de obligar en las leyes u ordenanzas.

**Térmico:** perteneciente o relativo a la temperatura.

**Equilibrio:** estado de un cuerpo cuando fuerzas encontradas que obran en él se compensan destruyéndose mutuamente.

**Más información en...**

El Instituto de Investigaciones Eléctricas es una institución mexicana que promueve la innovación mediante la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico en beneficio del sector eléctrico y energético del país.

Para conocer más acerca de este instituto, consulta su sitio de Internet: <http://www.iie.org.mx>

A nivel nacional, la Comisión Federal de Electricidad y la Secretaría de Energía, han impulsado y desarrollado proyectos de generación eléctrica a partir de fuentes de energía renovables (usualmente se conoce como energía limpia, pues no contamina) como la hidráulica, geotérmica o eólica. Uno de los proyectos más ambiciosos a nivel nacional e internacional para generar energía a partir del viento es el Parque Eólico de La Venta, en el municipio de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.

Con la intención de profundizar en el conocimiento del aprovechamiento del viento para la generación de electricidad, a lo largo de esta unidad, trabajaremos con algunos fragmentos de un artículo escrito por Roberto Cadenas Tovar y Gaffie Saldivar Urquiza, que se publicó en el volumen 8, número 12 de la Revista Digital Universitaria en Diciembre de 2007. A continuación se muestra el resumen de dicho artículo:

**Central Eoloeléctrica La Venta II (Resumen)**

La explotación del viento como fuente de energía ha registrado en el mundo un acelerado crecimiento en los últimos años. México posee regiones con importante recurso eólico, capaz de producir grandes volúmenes de electricidad; su aprovechamiento figura ya dentro de los programas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), tal es el caso de la puesta en marcha de la primera central eólica a escala comercial, denominada La Venta II. Este documento presenta una síntesis de las características que tiene esta nueva central eólica y los beneficios que aporta en términos de producción de electricidad y abatimiento de emisiones de gases de efecto invernadero.

Adaptado de: Cadenas-Tovar, R. y R. Saldivar-Urquiza (2007).

"Central Eoloeléctrica La Venta II" en Revista Digital Universitaria, Vol 8 (12).

A partir de la problemática planteada inicialmente y a la luz del resumen del artículo que acabamos de introducir, parece pertinente generarse una serie de preguntas de carácter general. Es importante que reflexiones sobre las preguntas que se muestran a continuación, las cuales, agrupan en gran medida los saberes que se abordan en la unidad.

1. ¿Cómo se generan los vientos?
2. ¿Qué condiciones se requieren para la instalación de una planta eoloeléctrica como la de la Venta II?
3. ¿Cuál es el papel de la atmosfera en la temperatura del planeta?

Durante el estudio de esta unidad, aprenderemos las características generales de los gases, los mecanismos de **transferencia** de energía en la naturaleza y la relación que existe entre energía y temperatura.

Todos estos conocimientos y competencias, te permitirán responder de manera clara y precisa los cuestionamientos anteriores y te proporcionarán todas las herramientas que necesitas para que te enfrentes a una problemática particularmente importante en nuestros días: la reducción de la emisión de gases de invernadero a la atmosfera.

¿Estás listo? ¡Adelante!

**glosario**

**Transferencia:** acción y efecto de pasar o llevar algo desde un lugar a otro.

## DESARROLLO

## SECCIÓN 1 Lo que el viento se llevó

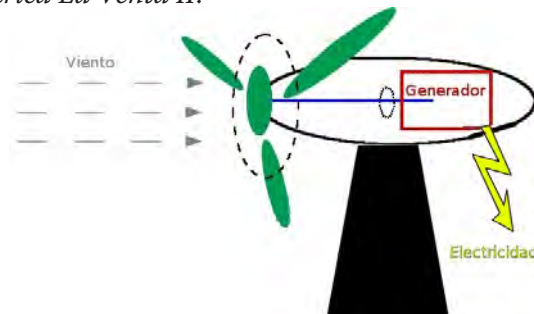
## Parques eólicos

La **energía eólica** es la energía que se obtiene a partir del viento. Desde hace cientos de años, los seres humanos han aprovechado la energía **eólica** para hacer funcionar máquinas capaces de extraer agua del subsuelo o moler granos. ¿Recuerdas aquellos grandes molinos de viento contra los que peleó el Quijote al confundirlos con gigantes de enormes brazos? Tienen más de 400 años, es decir, se utilizaban antes del descubrimiento de la electricidad.



Para aprovechar la energía eólica, los molinos cuentan con una serie de **aspas** que giran bajo la acción del viento; las aspas se conectan mediante **engranes** con un eje cuyo movimiento permite la realización de todo tipo de trabajos. En la actualidad, esta misma tecnología se utiliza para la generación de electricidad. Vamos a leer otro fragmento del artículo: *Central Eoloeléctrica La Venta II*.

Retomemos ahora una primera parte de la lectura que resumimos al principio de la unidad.



La primera experiencia que se tuvo en la CFE con el viento como fuente de energía, se dio en 1994, cuando se construyó y se puso en servicio la central eólica piloto de La Venta, en el estado de Oaxaca (Ve la siguiente figura). Los registros de producción de la central piloto fueron sobresalientes, con un factor de planta mayor de 50% para el primer año de operación y un promedio de 40% para los diez años que ha estado en servicio. Esta central piloto inició su operación con siete aerogeneradores de

(Continúa...)


**Para saber más**

*El Quijote de la Mancha* es una novela española escrita por Miguel de Cervantes Saavedra. Se publicó por primera vez en el año de 1605 bajo el título de *El ingenioso hidalgo don Quijote de la Mancha*. El Quijote es una de las obras más destacadas de la literatura española, e incluso, de la literatura universal, por ser considerada la primera obra que rompe con el esquema de la literatura de caballeros de la época.

**glosario**

**Eólico:** perteneciente o relativo al viento.

**Aspa:** conjunto de dos maderos o palos atravesados el uno sobre el otro de modo que formen la figura de una X.

**Engrane:** en una máquina, rueda dentada (que tiene dientes, o puntas parecidas a ellos).



(Continuación...)

225 kW cada uno, instalados sobre torres tubulares de 30 m de altura, para una capacidad total de 1.5 MW.

En paralelo, la CFE instaló una red de instrumentos de medición con el propósito de caracterizar el contenido energético del viento. Ello le ha permitido obtener información de largo plazo de diversos sitios con elevado potencial eólico, ubicados entre los mejores del mundo.

La tecnología de conversión de viento a electricidad ha experimentado avances importantes; basta señalar que en la década de los 80 se producían equipos de 100 kW y se probaban prototipos de 300 kW; actualmente se comercializan unidades de 2 MW y mayores.

Con un recurso eólico de grandes proporciones y una tecnología de conversión madura, la CFE ha decidido iniciar el aprovechamiento del viento como fuente de energía, con lo cual diversificará su base energética y contribuirá con el desarrollo sostenible del sector eléctrico y de la sociedad en su conjunto.

Cadenas-Tovar, R. y R. Saldívar-Urquiza (2007). "Central Eoloeléctrica La Venta II" en Revista *Digital Universitaria*, Vol 8 (12)

### Más information en...

Si trabajas con una computadora conectada a Internet, puedes consultar diccionarios en línea. Lo más recomendable es que consultes el diccionario de la Real Academia de la Lengua, el cual encontraras en la dirección electrónica: <<http://www.rae.es/rae.html>> Es de esta fuente de donde hemos tomado la mayoría de las definiciones de los glosarios que has venido analizando en este libro.

### UN MOMENTO DE REFLEXIÓN

¿Qué opinas acerca de la lectura? ¿Entiendes el tema del que se habla? Para entender con claridad un texto de corte científico, es necesario tener conocimientos básicos del tema. Lee por ejemplo la siguiente oración que se extrajo del texto:

"Esta central piloto inició su operación con siete aerogeneradores de 225 kW cada uno, instalados sobre torres tubulares de 30 m de altura, para una capacidad total de 1.5 MW".

Observa que el lenguaje utilizado puede resultar algo complicado, por ejemplo, ¿te queda claro lo que es un aerogenerador? Al hacer una lectura de este tipo, es recomendable hacer una lista con todas las palabras que no conozcas, para después buscar su significado en el diccionario o enciclopedia.

**Genera una lista de palabras de difícil comprensión que hayas encontrado en la lectura, busca y escribe su significado. Por ejemplo: Aerogenerador - generador eléctrico movido por una turbina accionada por el viento.**

---



---



---



---



---



---



---



---

Además de los problemas con las palabras desconocidas, debes lidiar también con los conceptos físicos que yacen escondidos en el texto. Observa las expresio-

nes 225 kW o 1.5 MW. ¿Sabes a qué se refieren? Recuerda que todas las variables físicas tienen asociadas una unidad de medida, por lo que los términos kW y MW hacen referencia precisamente a una de esas unidades, ¿recuerdas a cuál? El símbolo  $W$  se relaciona a la unidad de medida de potencia, el vatio (watt en inglés); la potencia se define como la cantidad de energía que consume, o en este caso, genera un aparato en un cierto intervalo de tiempo, es decir, un foco de 100 W consume 100 Joules de energía en un segundo, mientras que un motor de 1000 W genera 1000 Joules de energía a cada segundo. Por otro lado, la letra que antecede a la  $W$  se conoce como prefijo, y se utiliza para indicar un multiplicador; por ejemplo, kW (kilo-watt) equivale a mil vatios, MW (mega-watts) a un millón de vatios. Esta forma de escribir cantidades es muy recurrente en textos científicos, por lo que conviene que te familiarices con ella, además de que simplifica mucho las cosas, pues resulta mucho más cómodo leer “actualmente se comercializan unidades de 2 MW” en lugar de “actualmente se comercializan unidades de 2'000,000 de W”, ¿no lo crees?

A continuación se muestra una tabla con los principales prefijos utilizados en la notación científica.

Prefijo	Símbolo	Multiplicador
deca	da	diez
hecto	h	cien
kilo	k	mil
mega	M	un millón
giga	G	mil millones
tera	T	un billón

Ahora sí, tras consultar el significado de las palabras desconocidas y del repaso del concepto de potencia, cuentas con todos los elementos necesarios para poder dar una correcta interpretación al fragmento del artículo revisado.

#### Más información en...

Puedes consultar información acerca de otras instalaciones eólicas en nuestro país, visitando el sitio de Internet de la Comisión Federal de Electricidad: <<http://www.cfe.gob.mx>>

También puedes visitar el sitio de Parques eólicos para conocer más acerca de esta forma de generación de electricidad en: <<http://www.parqueseolicosonline.com>>

[Consulta: 24/02/2012].

Busca por tu parte alguna otra página donde puedas encontrar información de parque de energía renovable en otros países.

### Para saber más

Los parques eólicos constituyen instrumentos de generación de electricidad “limpia” muy prometedores en el corto y mediano plazo en nuestro país. Su instalación no requiere de una inversión demasiado costosa, además de que el terreno en el que se instalan puede ser utilizado también para la agricultura o la ganadería. El recurso más importante para lograr que un parque eólico sea rentable es el viento, de ahí la importancia de responder adecuadamente la primera de las preguntas que planteamos al inicio de la unidad: ¿Cómo se generan los vientos?



### Actividad 1

Retoma el último párrafo del fragmento que acabamos de leer e interprétalo a la luz de los conceptos que acabamos de revisar.

“Con un recurso eólico de grandes proporciones y una tecnología de conversión madura, la CFE ha decidido iniciar el aprovechamiento del viento como fuente de energía, con lo cual diversificará su base energética y contribuirá con el desarrollo sostenible del sector eléctrico y de la sociedad en su conjunto.”

Responde las siguientes preguntas:

1. ¿A qué se refiere la frase “un recurso eólico de grandes proporciones”?

---



---



---

2. ¿A qué se refiere la frase “una tecnología de conversión madura”?

---



---



---

3. ¿A qué se refiere la frase “(La CFE) diversificará su base energética”?

---



---



---

Compara tus respuestas con las que se muestran en el Apéndice 1.



Estás trabajando para conocer y diferenciar analíticamente los conceptos: presión, temperatura, volumen de un gas, y leyes: Boyle-Mariotte, Charles, Gay-Lussac, Avogadro y Ley General de los Gases, que describen el comportamiento de los gases para comprenderlos y explicar situaciones de la vida cotidiana donde se presentan.

## El aire y las propiedades de los gases

El aire que respiramos, al igual que toda la materia, está compuesto de **diminutas** partículas elementales llamadas átomos. Estos **átomos** se agrupan entre sí para formar estructuras llamadas moléculas. Dependiendo de la forma en la que las moléculas se acomoden, la materia tendrá distintas propiedades, y se encontrará en distintas fases o estados; los principales estados de la materia son: sólido, líquido y gas. Analiza el siguiente cuadro en el que se resumen las características de la estructura molecular de cada fase.

Fase	Características de la estructura molecular
Sólido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moléculas muy cercanas entre sí.</li> <li>- La energía potencial, que trata de mantener juntas a las moléculas es mucho mayor que la cinética, que tiende a separarlas.</li> </ul>
Líquido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La separación entre moléculas es mayor que en los sólidos pero menor que en los gases.</li> <li>- La energía potencial entre moléculas es muy similar a la cinética.</li> </ul>
Gas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moléculas alejadas.</li> <li>- La energía cinética es mucho mayor que la potencial.</li> </ul>

La estructura molecular tiene efectos que son evidentes a nivel macroscópico. Por ejemplo, en el caso de los sólidos, el hecho de que la energía potencial sea mayor, hace que las moléculas no se desplacen de sus posiciones, y a nivel **macroscópico** se refleja en que los sólidos tienen una forma bien definida. Por el contrario, las moléculas de los gases no se mantienen unidas, así que un gas no puede mantener una forma por sí solo, ni tampoco volumen.

**glosario**

**Diminuto:** excesivamente pequeño.

**Átomo:** cantidad menor de un elemento químico que tiene existencia propia y se consideró indivisible. Actualmente, se sabe que se puede dividir, y se compone de un núcleo, con protones y neutrones, y de electrones orbitales, en número característico para cada elemento químico.

**Macroscópico:** que se ve a simple vista, sin auxilio del microscopio.

**Contenedor:** recipiente amplio para depositar residuos diversos.

**UN MOMENTO DE REFLEXIÓN**

Estás en una habitación cuando te llega el aroma de la comida que se está preparando en la cocina. A pesar de estar lejos, sabes qué platillo es el que se está guisando.

¿Cómo hizo la información del platillo para viajar desde la cocina hasta donde estás? La respuesta es simple, el aroma es en realidad un conjunto de gases que hacen reacción en el laboratorio químico que tenemos en el olfato.

Como las moléculas de un gas no se mantienen unidas, algunas se moverán hasta encontrar un camino fuera de la cocina; conforme pasa el tiempo, cada vez más moléculas encuentran un camino similar hasta llenar toda la casa.

Los gases no tienen un volumen por sí mismos, sin embargo, es posible meterlos dentro de un **contenedor** con cierto volumen. Para que te des una idea de lo que sucede en ese caso puedes hacer una pequeña actividad experimental.



Consigue algunas canicas o tuercas y mételas dentro de una caja de cartón (por ejemplo, puedes usar una caja de zapatos o de galletas). Después de cerrar la caja, agítala; la llamaremos el “laboratorio de gas”, ya que nos ayudará a verificar de manera “experimental” algunas de las propiedades de los gases.

Responde las siguientes preguntas:

1. Si las canicas o tuercas fueran moléculas de gas ¿cuál sería el volumen del gas?

---



---



---



Estás trabajando para utilizar de manera responsable y correcta los equipos e instrumentos de medición para demostrar las leyes de los gases y apoyar su estudio.

2. ¿Qué sucede en las paredes de la caja?

---



---



---

3. ¿Qué diferencia notas en las paredes de la caja al agitar la caja lentamente y después hacerlo rápido?

---



---



---

### Gestión del aprendizaje

Los mapas conceptuales son esquemas que presentan la información de manera jerárquica; sirven para organizar y estructurar la información y para determinar el nivel de relación que existe entre un concepto y otro.

Esta sencilla actividad pretende que te familiarices con los procesos que se dan a nivel molecular para que puedas entender más fácilmente los conceptos que estudiaremos a continuación. Conserva tu “laboratorio de gas”, pues recurriremos de nuevo a él más adelante. Puedes consultar las respuestas en el Apéndice 1 para verificar la validez de tus ideas.

En la unidad 1 conociste algunos conceptos que vamos a retomar en esta unidad, así que a modo de repaso, tendrás que elaborar un mapa conceptual en el que el concepto central sea gases y se incluyan como subordinados la masa, volumen, densidad y presión, además de las definiciones y las unidades de medida.

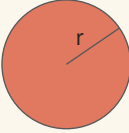

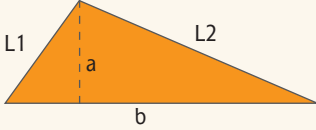
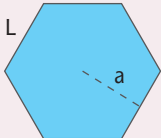
### Más información en...

Sobre los mapas conceptuales, revisa tus notas y el libro del módulo *De la información al conocimiento*.

Compara tu mapa conceptual con el que se muestra en el Apéndice 1 para identificar posibles errores. Después de este repaso de los conceptos básicos, casi estamos listos para el estudio de las leyes que rigen el comportamiento de los gases.

Para **saber** más

En algunos de los problemas en los que intervenga la presión, será necesario calcular el área sobre la cual dicha presión se aplica. A continuación se incluye un cuadro que te permitirá tener referentes para calcular el área de algunas figuras geométricas, así como su perímetro.

Figura	Esquema	Perímetro	Área
Círculo		$P = 2\pi \cdot r$	$A = \pi \cdot r^2$
Rectángulo		$P = 2a + 2b$	$A = a \times b$
Triángulo		$P = L_1 + L_2 + b$	$A = \frac{ab}{2}$
Polígono regular		$P = L$ (número de lados)	$A = \frac{Pa}{2}$

**glosario**

**Materia:** realidad primaria de la que están hechas las cosas.

**Asesoría**

Como bien sabes, existen muchas unidades de medida para las distintas variables que estamos estudiando, por lo que frecuentemente será necesario que realices conversiones de unidades. Existen algunas herramientas en línea que te pueden ayudar con la conversión, por ejemplo, los sitios: <http://www.convert-world.com/es/> y <http://metricconversion.biz/es/conversion-de-unidades.html>. Sin embargo, es recomendable que cuentes también con una tabla de equivalencias que te permita hacer las conversiones sin necesidad de recurrir a una computadora.

Puedes consultar la tabla de equivalencias que se proporciona en el Apéndice 4.

Otro concepto que es importante analizar es la temperatura. Aunque más adelante encontraremos una sección dedicada al estudio de la temperatura y fenómenos térmicos, por el momento nos centraremos en decir que la temperatura es una medida que indica que tan rápido se mueven las moléculas de un gas: para una temperatura grande, las moléculas se mueven más rápidamente que si la temperatura fuera menor. La temperatura tiene claros efectos sobre la **materia**, ¿recuerdas que no fue lo mismo agitar tu caja lento o rápido en la actividad del “laboratorio de gases”? Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el Kelvin (K).





Después de definir los conceptos, el siguiente paso es analizar las relaciones que existen entre ellos. El viento se define como una corriente de aire producida en la atmósfera, y dado que el aire se puede considerar como un gas, entender la relación entre las variables que caracterizan un gas nos acercará a responder a la incógnita con la que iniciamos esta unidad: ¿Cómo se generan los vientos?

### Para saber más

Aunque en el lenguaje cotidiano los términos aire y viento se utilizan como sinónimos, formalmente tienen significados distintos. El aire se refiere al conjunto de gases que constituyen la atmósfera de nuestro planeta, mientras que el viento, como se puntualizó en el texto, se define como una corriente de aire, es decir, el viento es aire en movimiento.

## Leyes de los gases

Nuestro “laboratorio de gases” será de mucha utilidad para encontrar la relación entre las distintas variables que describen un gas. Iniciaremos con tres variables físicas básicas: volumen, presión y temperatura. Hagamos un repaso de la forma en la que interpretaremos estas variables de acuerdo con algunas características de nuestro “laboratorio de gases”:

- ▣ *Volumen*: el volumen del gas es el tamaño de la caja, pues las “moléculas” tienen todo ese espacio disponible para moverse.
- ▣ *Presión*: la presión del gas se observa en los golpes de las “moléculas” en las paredes de la caja; golpes muy fuertes implican una presión grande y por el contrario, golpes que apenas se sienten corresponden a una presión pequeña.
- ▣ *Temperatura*: es probable que no podamos ver a través de las paredes de la caja, pero dependiendo de que tan rápido agitemos la caja, podemos inferir qué tan rápido se mueven las “moléculas” y por lo tanto qué tan alta es su temperatura.



Es importante aclarar que las leyes que vamos a estudiar a continuación se aplican en el caso de los **gases ideales**, que es un concepto teórico en el que las moléculas no interactúan entre sí, sólo chocan, además, las moléculas se consideran como puntos que no ocupan espacio. Esto no es del todo cierto en la realidad, sin embargo, se ha observado que hacer este tipo de aproximación puede ayudar a generar una teoría que explica muchos de los fenómenos que se observan en los gases.

Ahora sí, estamos listos, ¡iniciemos la búsqueda de las leyes de los gases!

Comencemos por analizar la relación que existe entre la presión y el volumen. Recuerda que en nuestro “laboratorio de gases” la presión está dada por la fuerza de los golpeteos de las “moléculas” y el volumen por el tamaño de la caja.

## UN MOMENTO DE REFLEXIÓN

¿Qué sucederá con la presión si aumenta el volumen?

Si tienes una caja más grande, puedes hacer el experimento, pero si no, igual puedes hacer el experimento mentalmente. Si las “moléculas” (canicas o tuercas dentro de la caja) se mueven dentro de una caja más grande, cada vez golpearán con menos fuerza las paredes, lo que significa que al aumentar el volumen disminuye la presión del gas. Algo similar ocurre al **invertir** los papeles, si disminuye el volumen, es decir, si metemos las “moléculas” en una caja más pequeña, la presión aumentará.

## glosario

**Invertir:** cambiar, sustituyéndolos por sus contrarios, la posición, el orden o el sentido de las cosas.

## Para saber más

En el estudio de la física, es muy común encontrar experimentos mentales, es decir, se plantean situaciones imaginarias y se trata de encontrar la consecuencia que tendrá esa situación utilizando la lógica científica. El físico que popularizó esta idea fue Albert Einstein, quien planteó una serie de experimentos que no se podrían realizar en la vida real para estudiar la teoría de la relatividad. Por ejemplo, en uno de sus experimentos, Einstein suponía que un tren se movía casi a la rapidez de la luz, 300,000 km/h, lo cual es imposible.

Alrededor del año 1660 Robert Boyle y Edme Mariotte, describieron una ley de los gases que lleva sus nombres, **ley de Boyle-Mariotte**, que establece que si la temperatura no cambia, la relación entre la presión y el volumen en un gas es inversamente proporcional, es decir, un aumento en uno, genera una disminución en el otro. Esta relación se puede escribir en forma de ecuación de la siguiente manera:

$$PV = \text{constante}$$

que se puede interpretar como que en un gas en el que la temperatura no cambia, el producto de presión por volumen es el mismo a cada instante de tiempo. Esto no quiere decir que ni la presión ni el volumen cambien, sino que el producto entre ellos es el que permanece constante; si medimos la presión y el volumen de un gas en dos momentos distintos, podemos encontrar una relación entre las variables:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$



Así, por ejemplo, si en un momento el gas tiene una presión de 20000 Pa y un volumen de  $2\text{m}^3$ , si después el volumen se reduce a solo  $1\text{m}^3$ , ¿qué valor tendrá la presión?

Para efectuar el cálculo, es necesario despejar la variable  $P_2$ , que corresponde a la presión en la situación final:

$$P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2}$$

En este caso, los valores de las variables conocidas son  $P_1 = 20,000\text{ Pa}$ ,  $V_1 = 2\text{m}^3$ ,  $V_2 = 1\text{m}^3$ . Sustituyendo estos valores en la ecuación y haciendo las operaciones resultantes, obtenemos que:

$$P_2 = \frac{20000\text{ Pa } 2\text{m}^3}{1\text{m}^3} = 40000\text{ Pa}$$

es decir, la presión aumenta hasta  $40000\text{ Pa}$ .

Seguramente has visto a la ley de Boyle-Mariotte en acción al apretar con tus manos un globo a medio inflar. Al apretar una parte del globo, reduces el volumen del aire contenido dentro de él, por lo que su presión aumenta; esto lo puedes notar en la tensión que sufre el globo. Al dejar de apretar el globo, el volumen del aire aumenta y su presión disminuye.

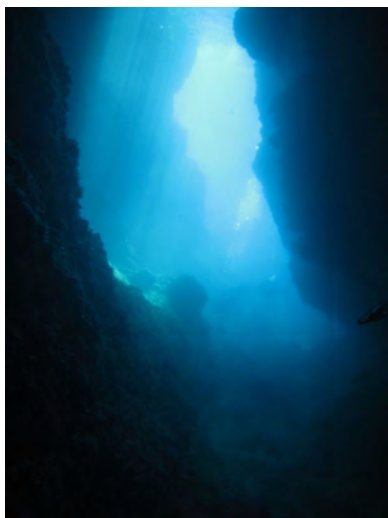
La ley de Boyle-Mariotte resulta básica para los buzos, pues, como revisamos en la unidad 1, la presión hidrostática en el mar aumenta con la profundidad. Así, conforme un buzo se sumerge en las aguas oceánicas, el volumen del aire en su tanque disminuye, y corre el riesgo de sufrir un accidente si no toma las precauciones necesarias.

La siguiente relación que vamos a analizar es entre la presión y la temperatura. Recuerda que en nuestro “laboratorio de gases” la temperatura es un indicativo de qué tan rápido se mueven las “moléculas”.

¿Qué sucederá con la presión si aumenta el volumen?

Si tienes una caja más grande, puedes hacer el experimento, pero si no, igual puedes hacer el experimento mentalmente. Si las “moléculas” (canicas o tuercas dentro de la caja) se mueven dentro de una caja más grande, cada vez golpearán con menos fuerza las paredes, lo que significa que al aumentar el volumen disminuye la presión del gas. Algo similar ocurre al invertir los papeles, si disminuye el volumen, es decir, si metemos las “moléculas” en una caja más pequeña, la presión aumentará.

Cerca del año 1800, el físico y químico francés Louis Joseph Gay-Lussac, formuló una ley que lleva su nombre, **ley de Gay-Lussac**, que establece que para un gas ideal que mantiene su volumen fijo, la presión es directamente proporcional a la temperatura, lo que significa que un incremento o decremento en la temperatu-



ra se traduce en un incremento o decremento en la presión. Esta relación se puede escribir en forma de ecuación de la siguiente manera:

$$\frac{P}{T} = \text{constante}$$

La cual se puede interpretar como que en un gas ideal en el que el volumen no cambia, el cociente de presión entre la temperatura es el mismo a cada instante de tiempo. Es pertinente señalar, que para que esta relación se **satisfaga**, es necesario que la temperatura sea medida en la escala absoluta, Kelvin. Más adelante en esta unidad podrás estudiar con más detalle las escalas de temperatura.

De manera similar a la ley de Boyle-Mariotte, la ley de Gay-Lussac también nos da la relación que existe entre presión y temperatura en dos instantes de tiempo diferentes; si medimos la presión y la temperatura de un gas ideal en dos momentos distintos, podemos encontrar una relación entre las variables:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Así, por ejemplo, si en un momento el gas tiene una presión de  $32,000 Pa$  y una temperatura de  $400 K$ , si después la temperatura se reduce a sólo  $300 K$ , la presión disminuirá hasta  $24,000 Pa$ . Si tienes alguna duda, revisa la operación:

despeja  $P_2 = \frac{T_2 P_1}{T_1}$ , para calcular la presión en el instante,

$$\text{sustituye los valores, } P_2 = \frac{330 K \ 32,000 Pa}{400 K} = 24,000 Pa$$

La ley de Gay-Lussac se puede observar en acción en la cocina cada vez que se utiliza una olla de presión o “express”. Estas ollas están fabricadas con un acero reforzado y utilizan un empaque que impide la salida de la mezcla de aire y vapor de agua en su interior. Al colocarla en la estufa, aumenta la temperatura del contenido gaseoso, lo que hace que aumente también su presión. El objetivo de aumentar la presión en el interior es alcanzar temperaturas por arriba de la temperatura de evaporación del agua a presión ambiente, que es de  $100^\circ C$  a nivel del mar.

La última relación que queda por revisar es entre el volumen y la temperatura. En este caso nuestro “laboratorio de gases” no va a resultarnos tan útil puesto que no nos permite cambiar libremente el volumen del gas. En lugar de utilizar el laboratorio, vamos a utilizar la intuición.



#### glosario

**Satisfacer:** cumplir, llenar ciertos requisitos o exigencias.

#### UN MOMENTO DE REFLEXIÓN

¿Qué sucederá con el volumen si aumenta la temperatura?

En primer lugar, recordemos que el volumen del gas está dado por el volumen del recipiente que lo contiene, así que debemos suponer que el gas se encuentra en un recipiente con paredes flexibles, como un globo. No debemos perder de vista que en este proceso, debemos mantener la presión constante, así que la intensidad de los golpeteos en las paredes del recipiente debe ser siempre la misma. Ahora bien, al aumentar la temperatura, las moléculas se moverán más rápidamente, pero esto hará que golpeen con mayor intensidad las paredes del recipiente, a menos claro que alejemos las paredes. Así, para mantener la presión constante, si aumenta la temperatura de un gas ideal, debe aumentar su volumen; un razonamiento similar nos puede llevar a la conclusión de que al disminuir la temperatura, deberá disminuir también el volumen.

La **ley de Charles**, propuesta por el físico y matemático francés Jaques Alexandre Charles en 1787 establece que para un gas ideal mantenido a presión constante, el volumen es directamente proporcional a la temperatura, lo que significa que un incremento o decremento en la temperatura se traduce en un incremento o decremento en el volumen. Esta relación se puede escribir en forma de ecuación de la siguiente manera:

$$\frac{V}{T} = \text{constante}$$

Por tal motivo, se puede interpretar como que en un gas ideal en el que la presión no cambia, el cociente de volumen entre la temperatura es el mismo a cada instante de tiempo. De nueva cuenta, para que esta relación se satisfaga, es necesario que la temperatura sea medida en la escala absoluta, Kelvin.

Una vez más, la ley de Charles nos da la relación que existe entre volumen y temperatura a cada instante de tiempo, pero se puede utilizar para encontrar el valor de una de estas variables en un tiempo distinto; si medimos el volumen y la temperatura de un gas ideal en dos momentos distintos, podemos encontrar una relación entre las variables:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Así, por ejemplo, si en un momento el gas tiene un volumen de  $2 \text{ m}^3$  y una temperatura de  $440 \text{ K}$ , si se comprime el gas manteniendo su presión constante hasta  $0.5 \text{ m}^3$ , la temperatura disminuirá hasta  $110 \text{ K}$ . Si tienes alguna duda, revisa la operación:

despeja  $T_2 = \frac{V_2 T_1}{V_1}$ , para obtener la temperatura en el instante final,

$$\text{sustituye los valores, } T_2 = \frac{0.5 \text{ m}^3 \cdot 440 \text{ K}}{2 \text{ m}^3} = 110 \text{ K}$$



La ley de Charles nos puede explicar el funcionamiento de un globo de aire caliente. Al calentar el aire, su volumen aumenta, y como vimos en la unidad 1, la relación entre densidad y volumen es inversamente proporcional, por lo que la densidad del aire caliente es menor que la del aire frío, lo que hace que la fuerza de flotación eleve al globo.



Hemos visto como se relacionan las variables de volumen, presión y temperatura en un gas ideal. Veamos el siguiente cuadro que resume las tres leyes que acabamos de estudiar:

Ley	Se mantiene constante	Ecuación
Boyle-Mariotte	Temperatura	$PV = \text{constante}$
Gay-Lussac	Volumen	$\frac{P}{T} = \text{constante}$
Charles	Presión	$\frac{V}{T} = \text{constante}$

Es recomendable que continúes nutriendo tu formulario con estas ecuaciones. Recuerda que además de las ecuaciones, resulta muy útil incluir la definición de las variables y los posibles despejes de cada ecuación.

Ahora bien, en las tres leyes que hemos estudiado, una de las variables se mantiene sin cambios, pero, ¿Será posible establecer una relación entre las tres variables si ninguna permanece constante? La respuesta es sí, y la ecuación que establece esa relación se conoce como **ley General de los Gases**.

Para un gas ideal que se encuentra encerrado en un recipiente sin que pueda entrar o salir gas la relación entre las tres variables está dada por la siguiente ecuación:

$$\frac{V}{T} = \text{constante}$$

lo que implica que el cociente del producto de la presión por el volumen entre la temperatura se mantiene siempre constante en cualquier instante de tiempo. Esto nos permite generar una relación entre las variables en dos tiempos distintos, teniendo que

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$





¡Ejercita tus habilidades en el despeje de ecuaciones! ¿Cómo se puede despejar la variable  $T_2$  en la ecuación anterior? Revisemos el procedimiento paso a paso, si te quedan dudas repasa el “despeje de ecuaciones” en el módulo *Representaciones simbólicas y algoritmos*:

1. Antes que nada, es importante notar que queremos conocer el valor de  $T_2$ , y no de  $\frac{1}{T_2}$ , así que debemos trasladar la variable al otro lado de la igualdad:

$$T_2 \frac{P_1 V_1}{T_1} = P_2 V_2$$

2. Ahora quitamos todas las variables que están junto a  $T_2$ , aquellas que multiplican se trasladan al otro lado de la igualdad dividiendo, y las que dividen lo hacen multiplicando:
3. Finalmente, acomodamos el resultado en una forma más sugerente:

$$T_2 = \frac{T_1}{P_1 V_1} P_2 V_2$$



Este último paso nos permite visualizar de forma más clara cómo es que se modifica la temperatura de un gas ideal al modificarse su presión o volumen.

Es interesante observar cómo a partir de la ley General de los Gases es posible obtener todas las leyes que estudiamos con anterioridad. Así, al mantener la temperatura del gas constante,  $T_1 = T_2$ , obtenemos la ley de Boyle-Mariotte; si el volumen no cambia, se obtiene la ley de Gay-Lussac; por último, la ley de Charles se obtiene al mantener constante la presión.

Si permitimos que el gas entre o salga del recipiente, entonces el número de moléculas del gas cambiará. Utiliza tu “laboratorio de gases” para ver de manera más clara este fenómeno: si dejas la tapa de la caja abierta y la agitas, seguramente algunas canicas saldrán de ella, es decir, el número de “moléculas” en el interior de la caja habrá disminuido. El número de moléculas de gas contenidas en un recipiente es otra de las variables que debemos tener en cuenta en el estudio de los gases; debido a que el número de moléculas en un gas es enorme, se acostumbra medirlo con una unidad llamada **mol**. Un mol de moléculas equivale a tener  $6.022 \times 10^{23}$  moléculas, es decir,  $1 \text{ mol} = 602,200'000,000'000,000'000,000$  moléculas. ¡Vaya número!

En la notación de la física de gases, la cantidad de moles que contiene un gas se simboliza con la letra  $n$ , y se conoce como **número de moles**, y se conoce como número de Avogadro a la cantidad  $6.022 \times 10^{23}$ . En el caso de los gases ideales, existe también una **ley de Avogadro**, propuesta en 1811 por el físico y químico italiano Amedeo Avogadro, que dice lo siguiente:

“Dos sustancias gaseosas que ocupan el mismo volumen a la misma presión y temperatura, tienen el mismo número de moléculas”.



Estás trabajando para describir y comprender los principios de la ley de Avogadro, para describir el comportamiento del volumen de un gas.

Si denotamos al número de moles con la letra  $n$ , es posible escribir la ley de Avogadro en términos matemáticos de la siguiente manera:

$$\frac{V}{n} = \text{constante}$$

Al igual que en las ocasiones anteriores, es posible establecer una relación entre el volumen y el número de moles de un gas ideal en dos momentos distintos, expresándolo como:

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

Al agrupar la interacción de todas las variables en un gas ideal, se obtiene la relación más general que satisfacen los gases ideales, llamada precisamente **ley de los Gases Ideales**, y que en forma de ecuación se escribe de la siguiente manera:

$$PV = nRT$$

en donde  $P$  es la presión,  $V$  el volumen,  $n$  el número de moles,  $T$  es la temperatura del gas ideal, todas dadas en un instante dado y  $R$  es una constante física llamada constante universal de los gases ideales, con un valor en el Sistema Internacional de Medidas de:

$$R = 8.314 \frac{J}{\text{mol } K}$$



Es momento de poner a prueba los conocimientos y habilidades que has adquirido. Resuelve los siguientes problemas, eso te permitirá identificar qué tanto has logrado asimilar los nuevos conocimientos. ¡Adelante y mente a la obra!

1. Temperatura del aire en una llanta

Antes de iniciar un viaje largo en automóvil, revisas el aire de las llantas para asegurarte que están bien infladas, y te das cuenta que el medidor de presión marca  $31.0 \text{ lb}/\text{in}^2$  ( $214 \text{ kPa}$ ), y el de la temperatura del aire de las llantas marca  $15^\circ \text{C}$  ( $288.16 \text{ K}$ ). Después de unas cuantas horas de recorrido en la carretera, te detienes y revisas de nuevo la presión. Ahora el medidor marca  $35.0 \text{ lb}/\text{in}^2$  ( $241 \text{ kPa}$ ). ¿Cuál es ahora la temperatura del aire de las llantas, suponiendo que el volumen no cambió?

---



---



---

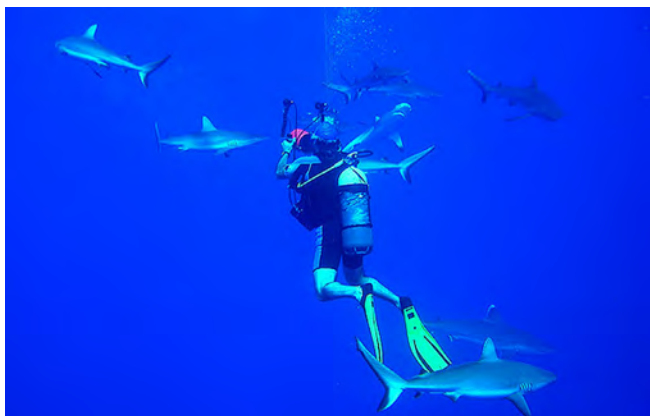




Estás trabajando para utilizar sistemáticamente métodos algebraicos (identificación de variables y/o constantes, fórmulas o modelos matemáticos, despejar variables, sustituciones, igualdades y resolución de ecuaciones) para obtener resultados cuantitativos en la solución de problemas relacionados con los conceptos y las leyes de los gases estudiadas en esta unidad para comprender su comportamiento cuando se presentan en la vida cotidiana.

### 2. Un buzo

Un buzo necesita disponer de aire a una presión igual a la presión del agua que lo rodea para evitar que se colapsen los pulmones. Debido a que la presión en el tanque de aire es mucho más alta, se requiere de un regulador que le suministre el aire al buzo a la presión adecuada. El aire comprimido en el tanque del buzo dura 90 min en la superficie del agua. ¿Más o menos cuánto dura el mismo tanque a una profundidad de 20 m bajo el agua?, suponiendo que el volumen de aire respirado por minuto no cambia.




---



---



---



---



---



### 3. El motor de un automóvil

Un cilindro de un motor de un automóvil se llena con un volumen  $V_i = 4.50 \times 10^{-2} \text{ m}^3$  de aire y los introduce en la cámara de combustión a  $30^\circ \text{C}$  y a la presión atmosférica. Entonces el pistón comprime el aire a un noveno de su volumen original  $\frac{V_i}{9}$  y aumenta 20 veces su presión original ( $20 P_i$ ). ¿Cuál es la nueva temperatura del aire?

---



---



---



---



---

4. El foco

Las bombillas incandescentes (focos) se llenan con un gas inerte para prolongar la vida del filamento. Cuando la corriente no circula y la temperatura es de  $20.0^{\circ}\text{C}$ , el gas del interior de la bombilla tiene una presión de 115 kPa. Cuando la bombilla se enciende, la temperatura se eleva  $70.0^{\circ}\text{C}$ . ¿Cuál es la presión a esa temperatura?




---



---



---



---



---



---

Verifica las respuestas de esta actividad en el Apéndice 1.

No debemos olvidar que el estudio de las propiedades de los gases fue motivado de inicio por la necesidad de responder a la pregunta: ¿cómo se generan los vientos? Vuelve a responder este cuestionamiento a partir de los conocimientos que has adquirido.

¿Cómo se generan los vientos?

---



---



---



---



---

Observa cuidadosamente la diferencia entre la respuesta que diste al inicio de la unidad y la que acabas de dar. Este tipo de actividades te permite ser testigo de tu propio avance y progresos. Posiblemente tus ideas no sean aún del todo adecuadas, pero no te preocupes, en la próxima sección explicaremos a detalle el proceso natural que da origen a los vientos.



### La máquina de viento

Antes de entrar en materia, es necesario hacer un pequeño recordatorio de algunos conceptos que estudiamos en las unidades anteriores.



Responde las siguientes preguntas de repaso. Compara tus respuestas con las que se muestran en el Apéndice 1, y recuerda, es importante que entiendas claramente estos conceptos, pues nos servirán de base en el estudio que se hará más adelante. En caso de tener dudas, revisa el contenido de la unidad 1, pues ahí se explican detalladamente estos conceptos.

1. Explica qué es la densidad.

---



---



---

2. Refiere qué es la fuerza de flotación?

---



---



---

3. Supón que tienes una botella con agua, la destapas, le das algunos tragos y la vuelves a tapar. Dentro de la botella tienes dos fluidos, agua y aire, acomodados de tal forma que el aire queda por encima del agua; ahora, si volteas la botella, después de unos instantes, el aire sigue estando por encima del agua. Explica por qué el aire siempre queda encima del agua dentro de la botella.

---



---

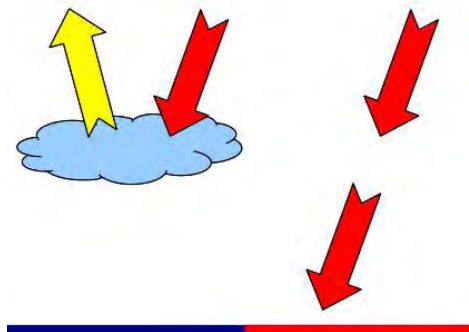


---



¡Ahora sí! Armados con los conocimientos necesarios, veamos cómo se generan los vientos.

Hay regiones del planeta en donde hay nubes y otras en las que no. ¿Cuál es la diferencia entre estas regiones? Las nubes reflejan parte de la energía que viene del sol, por lo que la región sin nubes se calienta más que la región con nubes.



Para hacer una pequeña autoevaluación de tu avance, responde las siguientes preguntas tomando en cuenta las leyes de los gases que estudiaste con anterioridad.

Al calentarse el suelo, se calienta a su vez el aire que está sobre él, por lo que el aire aumenta su temperatura, y de acuerdo con la ley General de los Gases: ¿qué sucede con su volumen?

- Aumenta       Disminuye       Permanece igual

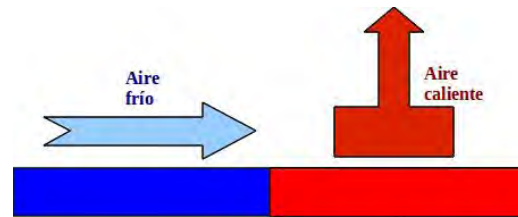
¡Claro, el volumen aumenta! Ahora, de acuerdo con la definición de densidad, ¿qué sucede con la densidad de un gas si aumenta su volumen pero su masa no cambia?

- Aumenta       Disminuye       Permanece igual

¡Bien de nuevo, la densidad del gas disminuye! Recuerda que la relación entre densidad y volumen es inversamente proporcional. Y si tenemos dos fluidos con distinta densidad, ¿qué sucede con el que tiene menor densidad?

- Flota       Se hunde       Permanece igual

¡Así es, flota! Es decir, el aire caliente se desplazará hacia arriba. Pero, como el aire caliente se mueve hacia arriba, deja un hueco que debe ser llenado por el aire frío que se desplaza desde las regiones nubladas, y así ¡se generan los vientos!



El viento es un fenómeno natural asombroso, ¿no lo crees? Pero igualmente asombroso es el hecho de que el ser humano ha generado los conocimientos necesarios para poder entenderlo.

Hemos resuelto la primera de las incógnitas ¿Interesante, no lo crees? pero aún nos queda un largo camino por recorrer, así que sigue aprendiendo. ¡Adelante!



## SECCIÓN 2 Una imagen dice más que mil palabras

### *Analizando montones de datos*

Hasta el momento, hemos visto que podemos transformar la energía del viento en energía eléctrica y entendimos el proceso por el cual se generan los vientos. Al inicio de la unidad nos preguntamos: ¿qué condiciones se requieren para la instalación de una planta eoloelectrica como la de la Venta II? La respuesta pareciera sencilla: que haya mucho viento, pero entonces surge la pregunta: ¿cómo sabemos que en cierta población hay mucho viento? Imagínate lo siguiente: un ingeniero



llega a una población, humedece su dedo con la lengua y lo levanta por encima de su cabeza, al hacer esto siente que el viento está soplando, así que determina: este es un buen lugar para construir un parque eólico. ¿Tú le creerías? ¿Crees que lo que hizo el ingeniero sea evidencia suficiente para asegurar que en esa región hay las condiciones necesarias para instalar un parque eólico? ¡Claro que no! Se requiere de una serie de estudios mucho más serios y profundos para poder determinarlo.

Retomemos un fragmento del artículo: *Central Eoloeléctrica La Venta II*. Asegúrate de entender bien la lectura, busca en el diccionario las palabras que te resulten difíciles de comprender, o que desconozcas.

### Características del viento en la región

El viento en la región sur del istmo de Tehuantepec tiene un comportamiento estacional definido. En el otoño e invierno se presentan los vientos más intensos y persistentes del año, que corresponden a los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero, que llegan a alcanzar velocidades sostenidas de más de 20 m/s. Los vientos más débiles se presentan por lo regular en los meses de abril, mayo y junio, para después repuntar en julio y disminuir nuevamente en agosto y septiembre (Ve la gráfica).

Este comportamiento es genérico, y debe considerarse que el viento presenta variabilidad interanual, es decir, al igual que otras variables climatológicas, existen años de buenos vientos y años de vientos débiles. En consecuencia, los valores de las velocidades medias del viento varían de un año a otro, y por lo tanto también las velocidades medias de cada mes al pasar de un año a otro. Lo mismo ocurre de una semana a otra y de un día a otro.

No obstante este carácter variable del viento, la acumulación de una base de datos de largo plazo permite caracterizar y predecir su comportamiento.

La velocidad media anual del viento en el corredor eólico que va desde La Venta hasta La Mata, pasando por La Ventosa, es mayor de 9 m/s a 30 m de altura. La dirección dominante del viento se ubica en el sector NNW-NNE y presenta una frecuencia del 70% del tiempo.



Cadenas-Tovar, R. y G. Saldivar-Urquiza (2007)  
Central Eoloeléctrica La Venta II.  
*Revista Digital Universitaria*, Vol. 8 (12).

Revisa con atención el texto. Observa que en el primer párrafo se describen las características del viento en la región del istmo de Tehuantepec; se habla de los meses en los que es más intenso y los meses en los que lo es menos, se habla también del valor máximo que alcanza. Esa misma información está contenida de manera esquemática en la gráfica, ¿lo puedes ver?

Los estudios de las condiciones climáticas que requiere la instalación de un parque eólico como el de La Venta II son extremadamente detallados; además de medir la velocidad del viento, es necesario tener en cuenta otros factores como la temperatura ambiente, la cantidad de lluvia que cae, la presión atmosférica, etcétera. Además, como acabamos de leer, se debe estudiar el comportamiento de estas variables a lo largo de mucho tiempo, incluso años, pues el tener un año con mucho viento y poca lluvia no garantiza que el siguiente año sea igual. ¿Te das cuenta de la enorme cantidad de datos que se tienen que analizar? ¿Existe alguna herramienta que permita hacer este complicado análisis de una forma más sencilla?

Imagina que conduces un auto por una carretera, cuando de pronto observas un letrero que dice: “Estimado conductor, se le invita de la manera más atenta posible a que maneje con precaución pues más adelante, dentro de unos cuantos metros, inicia una curva que, debido a su trazado pronunciado, puede resultar peligrosa si no se reduce la rapidez del automóvil”. ¿Crees que te daría tiempo de leer todo eso para poder entender que próximamente encontrarás una curva? Incluso resultaría peligroso que un conductor tratara de leer ese mensaje. En lugar de exponer a los automovilistas, se sustituye el mensaje escrito anterior por una señal de tránsito que proporciona la misma información y que resulta mucho más práctica.

En el trabajo científico, encontrarás muchas ocasiones en las que resulta mucho más simple analizar información mediante una imagen. Imagina que se requiere analizar la posibilidad de instalar un parque eólico en la ciudad de Toluca, por lo que se necesita investigar la variación de la temperatura ambiental. Esta tarea requiere buscar los datos de temperatura mínima registrados por el servicio meteorológico, digamos, en el mes de noviembre del año 2010. Dado que el mes tiene 30 días, se tendrá que analizar una lista de 30 datos de temperatura, algo como la que se muestra a continuación.



**Tabla 1. Datos de temperatura mínima en la ciudad de Toluca en noviembre de 2010**

Día	T min. (°C)
1	3.6
2	2.2
3	2.2
4	0.2
5	-6.6
6	-4.1
7	-4.3
8	-5.8
9	-3.7
10	-2.8
11	-1.1
12	-0.1
13	-1.8
14	-1.5
15	2.1
16	1.7
17	-2.9
18	-2.9
19	0.1
20	No hay dato
21	8.7
22	0.5
23	3
24	0
25	0
26	1.4
27	1.4
28	3.3
29	1.6
30	-1.1

### glosario

**Similar:** que tiene semejanza o analogía con algo.

**Drástico:** riguroso, enérgico, radical, draconiano.

**Minuciosa:** que se detiene en las cosas más pequeñas.

**Procurar:** hacer diligencias o esfuerzos para que suceda lo que se expresa.

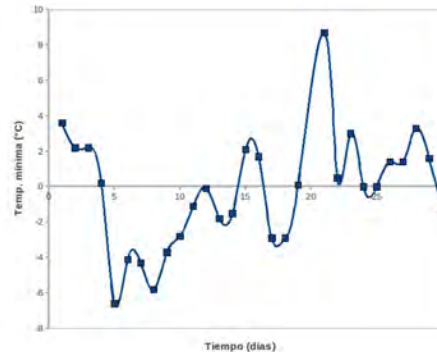
**Evidente:** cierto, claro, patente y sin la menor duda.

Ahora, para poder hacer un análisis de los datos, sería necesario revisar uno por uno, comparar ese contra los demás, y tal vez lograr identificar aquellos grupos con un comportamiento **similar**, u otros en los que el comportamiento se modifique de forma **drástica**.

### UN MOMENTO DE REFLEXIÓN

Haz una descripción **minuciosa** del conjunto de datos de temperatura en la que **procures** resaltar todos los detalles que ahí observes.

Ahora bien, en lugar de revisar el conjunto de datos en crudo, utilicemos una imagen que nos facilite el trabajo: la gráfica de los datos.

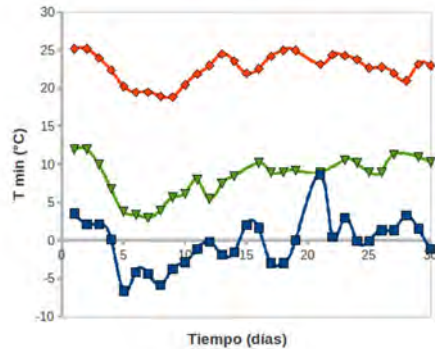


Gráfica de temperatura mínima contra tiempo en la ciudad de Toluca en noviembre de 2010.)

¿Te resulta más fácil describir el comportamiento de la temperatura a partir de esta imagen? Claramente podemos observar cómo durante los primeros días del mes hubo un descenso de temperatura, alcanzando un mínimo de casi  $-7^{\circ}\text{C}$  el día 5; después de ese día, la temperatura fue subiendo con algunas pequeñas caídas, alcanzando un máximo de  $8^{\circ}\text{C}$  el 21 y bajando de nuevo después de ese día. También es posible observar fácilmente que la temperatura casi siempre se mantuvo entre los  $-4^{\circ}\text{C}$  y los  $4^{\circ}\text{C}$ .

¿Te das cuenta de que es mucho más sencillo analizar una representación gráfica de los datos que los datos en sí mismos? Esto se vuelve **evidente** en la medida en la que la cantidad de datos aumenta. Por ejemplo, considera que quieres compa-

rar las temperaturas mínimas en el mes de noviembre en tres ciudades distintas: Toluca, Ciudad de México y Villahermosa. Ahora, en lugar de treinta, el número de datos se incrementó a noventa. No obstante, el análisis gráfico resulta prácticamente igual de simple.



Gráfica de temperatura mínima contra tiempo en la ciudad de Toluca, Ciudad de México y Villahermosa en noviembre de 2010.

Al echar un vistazo a esta gráfica, resulta evidente que en Villahermosa el mes de noviembre fue más cálido que en la Ciudad de México, y en Toluca fue más frío. Es claro que la comparación entre sitios resulta mucho más fácil al observar una gráfica que de los datos **crudos**, por lo que podemos apreciar la utilidad de dicha herramienta. Ahora imagina que quieres hacer la misma comparación pero con los valores de temperatura mínima de todo el año, o de varios años; el número de datos sería tan grande que haría virtualmente imposible su análisis a menos que se grafiquen.

**glosario**

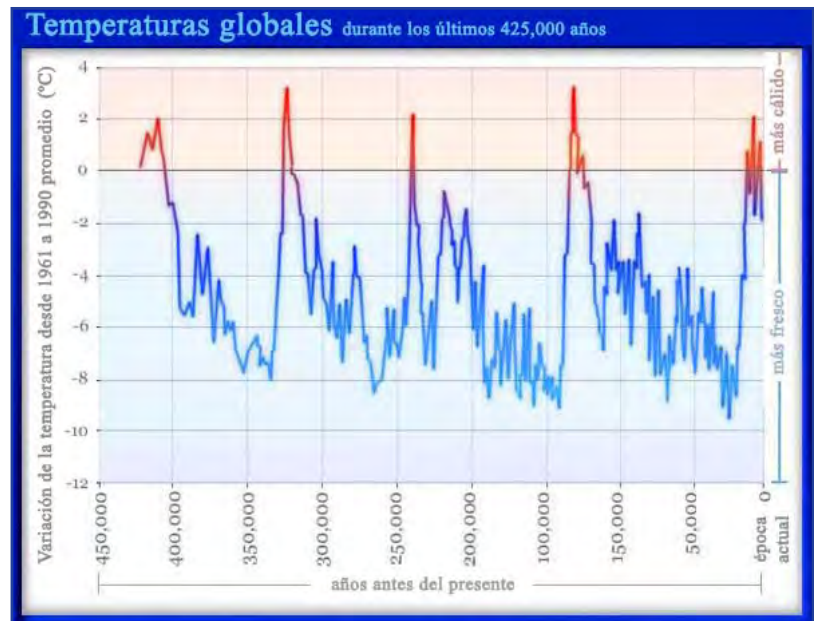
**Crudo:** dicho de un proceso, que no está suficientemente elaborado.

Con los ejemplos anteriores ha quedado de manifiesto que las gráficas son herramientas extremadamente poderosas para el análisis de información, por lo que es necesario saber, tanto la forma de hacer una gráfica como la forma de interpretarla. Y tú, ¿sabes construir e interpretar gráficas?

Vamos a realizar una pequeña actividad que te permitirá identificar las habilidades que posees para interpretar gráficas.

Tomemos como ejemplo la siguiente gráfica que se obtuvo en el sitio de Internet:

<<http://www.planetseed.com/es/node/15729>>



- ▣ Lo primero que debes identificar es el tema general al que se refiere la gráfica.

En este caso, el tema general es el cambio de temperaturas que ha experimentado nuestro planeta a lo largo de su historia.

- ▣ A continuación, identifica las magnitudes o variables que se grafican.

En nuestro ejemplo, las variables que se grafican son la variación de la temperatura y el tiempo.

- ▣ Identifica las unidades de medida de las magnitudes o variables que encontraste anteriormente.

En la gráfica que estamos analizando, la variación de la temperatura se mide en °C y el tiempo se mide en años. Ten cuidado para no confundir la magnitud con la unidad de medida, por ejemplo, si la magnitud es el tiempo, la unidad de medida podría ser días, meses años, etcétera. Para comprobar que estás haciendo bien el trabajo, prueba con la siguiente frase y observa si tiene sentido: “el(la) (magnitud) se mide en (unidad)”. En el caso de nuestro ejemplo, la expresión quedaría bien si dices: “el tiempo se mide en días”, pero no tiene sentido decir “los días se miden en tiempo”.

- ▣ Por último, describe la relación entre las variables que observas a partir de la gráfica.

En la gráfica es posible ver como a lo largo de la historia, la temperatura ha mostrado grandes variaciones: se observan periodos en los que la temperatura ha ido disminuyendo de manera paulatina, seguidos de incrementos abruptos; además este patrón se ha repetido en varias ocasiones.

Las gráficas son herramientas de **vital** importancia en el estudio de la física, por lo que es indispensable que manejes todos los aspectos técnicos necesarios para dominar la tarea.

Además de las gráficas entre magnitudes físicas, en algún momento te enfrentarás con elementos gráficos como diagramas de fuerzas, campos vectoriales, operaciones con vectores, etcétera, por lo que debes estar preparado. Adquiriendo habilidades y conocimientos que te permitan manipular herramientas gráficas de manera sencilla.



### Asesoría

Busca artículos en el periódico que contengan gráficas y realiza el mismo análisis que acabamos de hacer. Para comprobar la validez de tu trabajo, lee el artículo del que se extrajo la gráfica y revisa si tus ideas concuerdan con la información que ahí se incluye.

### glosario

**Vital:** de suma importancia o trascendencia.



Estás trabajando para localizar de manera autónoma puntos en el plano cartesiano, que representen modelos matemáticos y/o las variables que describan las leyes de los gases para facilitar su comprensión y análisis.

## El plano cartesiano y la elaboración de gráficas

Recuerda que estamos tratando de responder el cuestionamiento que se hizo al inicio de la unidad: ¿qué condiciones se requieren para la instalación de una planta eoloelectrónica como la de la Venta II? Responder esto, requiere analizar una enorme cantidad de información, por lo que debemos adquirir conocimientos y habilidades en el manejo de una herramienta básica en el análisis de datos: las gráficas.


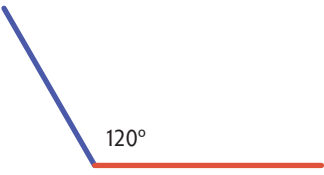
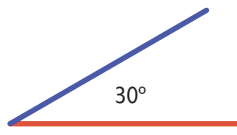

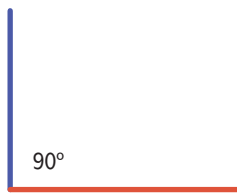

Empezamos nuestro estudio con uno de los elementos fundamentales en el desarrollo de gráficas: el **plano cartesiano**. En la unidad 1, cuando se menciona el tema de relaciones, se define lo que es un conjunto y un par ordenado. El plano cartesiano es el conjunto que se forma al juntar a todas las parejas ordenadas que se pueden formar con los número reales, es decir, el plano cartesiano se forma con todas, absolutamente todas, las parejas que se pueden formar del tipo  $(x, y)$ , en donde  $x$  y  $y$  son números reales; a los valores de  $x$  y  $y$  se les conoce como **coordenadas**.

Gráficamente, el plano cartesiano se representa por dos rectas que se cruzan en un punto llamado **origen**, al que se le asignan las coordenadas  $(0, 0)$ . Las dos rectas forman un **ángulo recto** y se conocen con el nombre de **ejes** (usualmente se coloca una de las rectas horizontal y se le llama eje X y otra vertical llamada eje Y).

**Para saber más**

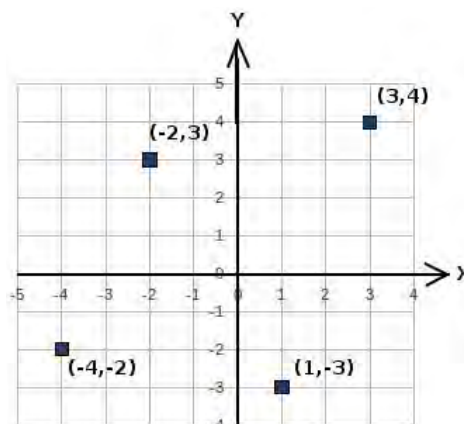
Se le llama ángulo a la amplitud entre dos líneas que se cruzan en un punto común llamado vértice. También es común llamar ángulo a la figura formada por dos líneas con ori-

gen común. Las unidades más utilizadas para medir un ángulo son los grados ( $^{\circ}$ ), aunque también se suele usar los radianes (rad).

 <p><math>0^{\circ}</math></p>	<p>El ángulo nulo se forma por dos rectas que coinciden una sobre la otra y tiene una medida de <math>0^{\circ}</math></p>	 <p><math>120^{\circ}</math></p>	<p>El ángulo obtuso es el ángulo mayor a <math>90^{\circ}</math>, pero menor a <math>180^{\circ}</math></p>
 <p><math>30^{\circ}</math></p>	<p>El ángulo agudo es un ángulo mayor a <math>0^{\circ}</math> y menor a <math>90^{\circ}</math></p>	 <p><math>180^{\circ}</math></p>	<p>El ángulo colineal mide exactamente <math>180^{\circ}</math></p>
 <p><math>90^{\circ}</math></p>	<p>El ángulo recto es el que se forma entre dos líneas perpendiculares y mide exactamente <math>90^{\circ}</math></p>	 <p><math>360^{\circ}</math></p>	<p>El ángulo perigonal es el que da la vuelta completa y tiene un valor de <math>360^{\circ}</math></p>



Para ubicar gráficamente puntos en el plano cartesiano es necesario entender que las coordenadas  $(x, y)$  representan la posición que tiene el punto respecto de los ejes,  $x$  representa la posición en el eje "X" mientras que  $y$  representa la posición en el eje "Y". A continuación se muestra un ejemplo de la forma de ubicar los puntos en el plano.



Observa cómo para cada uno de los puntos  $(x, y)$ , el valor de la coordenada  $x$  coincide con el número que se indica en el eje X si seguimos una línea vertical, y de la misma manera, el valor de la coordenada  $y$  coincide con el número que se indica en el eje Y si seguimos una línea horizontal.



¡Ahora es tu turno! Traza un plano cartesiano y ubica en él los siguientes puntos.

1.  $(-5, 6)$
2.  $(0, -3)$
3.  $(2, 2)$
4.  $(-5, 0)$
5.  $(-1, -4)$

Puedes consultar la muestra que se incluye en el Apéndice 1 para comparar tu resultado.

Una vez que aprendiste a ubicar puntos en el plano cartesiano, es tiempo de sacarle jugo a esa habilidad.

Hemos mencionado la gran utilidad que representan las gráficas para el análisis de datos. En este sentido, el concepto de plano cartesiano resulta fundamental

para la elaboración de gráficas, pues una gráfica se construye a partir de una especie de plano cartesiano formado por las dos variables físicas que se están graficando. Por poner un ejemplo, supongamos que se quiere graficar la relación entre la presión (P) y la temperatura (T) de un gas ideal (a este tipo de gráficas se les conoce como diagramas PT o diagramas de fase), entonces es necesario formar un “plano cartesiano” en el que tengamos todas las parejas (T, P) que se pueden formar de tal forma que T sea una temperatura y P un valor de presión. Para generar esta gráfica tomamos a la temperatura como uno de los ejes y a la presión como el otro y ubicamos todos los pares (T, P) que presenta el gas que estamos analizando.

Supongamos que podemos tratar al vapor de agua como un gas ideal. En un recipiente con volumen fijo, se tiene vapor de agua a una temperatura de 300 K a una presión de 600 Pa. Vamos a generar un diagrama PT para este gas, para lo cual necesitamos encontrar una serie de pares (T, P). Por el momento contamos con información para generar un solo par (300 K, 600 Pa), pero contamos además con la ley de Gay-Lussac para encontrar otros pares, por ser esta ley la que relaciona presión y temperatura a volumen constante.

En primer lugar generamos una tabla (se le llama también **tabulación**) en la que se incluyan los datos de presión y temperatura que se quieren graficar; es importante tener en cuenta que para lograr una buena gráfica se requieren al menos 8 parejas de puntos:

T (K)	P (Pa)
300	600
320	
340	
360	
380	
400	
420	
440	

En este caso, los valores de temperatura los puedes fijar tú a partir de las necesidades que tengas. Por lo general, al realizar un experimento, es posible controlar el valor de una de las variables, así que esta es la variable que se coloca como eje X. Para encontrar los valores de presión que le corresponden a cada temperatura utilizamos la ley de Gay-Lussac, pues recordemos que se trata de un gas ideal con volumen constante. Para calcular los valores hacemos:

$$P_2 = \frac{P_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{600Pa \cdot T_2}{300K}$$



Estás trabajando para sustituir las variables presentes en las relaciones y funciones que expresan las leyes de los gases, para despejarlas y comprender su comportamiento, a fin de dar solución a problemas mediante representaciones gráficas.

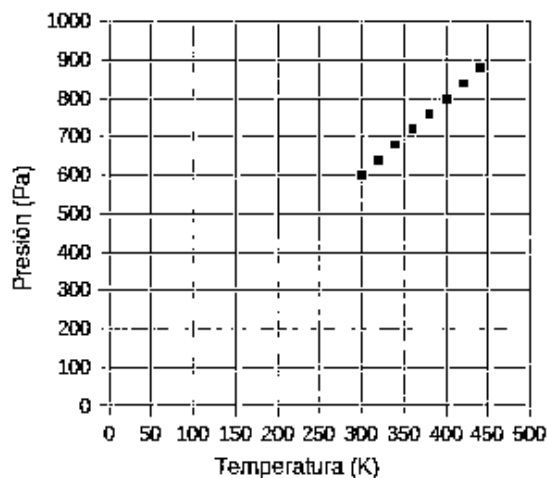
en donde  $T_2$  se sustituye por cada valor de temperatura de la tabla. Haciendo los cálculos obtenemos:

T (K)	P (Pa)
300	600
320	640
340	680
360	720
380	760
400	800
420	840
440	880

Una vez que se tiene los valores que se van a graficar, se construye un plano cartesiano con T haciendo el papel del eje X y P el del eje Y; a continuación se localizan los puntos de la tabla.



Estás trabajando para construir e interpretar gráficas de presión-volumen, temperatura-presión, temperatura-volumen, para determinar el comportamiento de las variables que intervienen en cada una de las leyes: Boyle-Mariotte, Charles, Gay-Lussac, y Ley General de los Gases, y apoyar el análisis de dichas leyes en la descripción de fenómenos presentes en el entorno.



Es importante tener presentes los aspectos básicos de la gráfica que estudiamos con anterioridad:

- ▣ Los ejes se cruzan en el cero de ambos.
- ▣ Los saltos en los valores en los ejes tienen siempre el mismo valor; si el primer salto en el eje de temperatura es de 50 K, el siguiente valor debe ser 100 K, 150 K, 200 K etcétera, y lo mismo sucede con el eje de presión. Sería incorrecto tener, por ejemplo, el valor de 100 Pa en la primera marca del eje de presión y en la siguiente 130 Pa; como los saltos son del mismo tamaño el siguiente valor debe ser 200 Pa.



Hemos mencionado en repetidas ocasiones que el trabajo experimental en física es fundamental. Desafortunadamente los equipos e instrumentos de medición resultan costosos y difíciles de conseguir, por lo que tendremos que recurrir a un laboratorio virtual

Ingresa al sitio de Internet: <<http://www.educaplus.org/play-117-Ley-de-Boyle.html>> en donde se muestra una máquina virtual que te permitirá “experimentar” con un gas a temperatura constante por medio de la ley de Boyle-Mariotte (si no cuentas con acceso a Internet, no te preocupes, en el Apéndice 1 encontrarás toda la información necesaria para desarrollar esta actividad). La máquina es la siguiente:

Necesitas mover el **émbolo** de la jeringa para modificar el volumen del gas y observar la medida de presión que genera. Cada vez que muevas el émbolo, se genera una pareja de datos en la tabla de la parte derecha, los botones del centro te permiten manipular esos datos e incluso generar su gráfica.

Tu trabajo consiste en utilizar el “laboratorio virtual” para generar una lista de al menos 8 datos distintos. **Tabula** los datos de presión y volumen y genera una gráfica con ellos (V en el eje X, P en el eje Y); es recomendable que utilices una hoja de papel cuadriculada, o incluso, una hoja de papel milimétrico si te es posible conseguirla. Al terminar, compara cuidadosamente tu gráfica con la que genera el propio sitio y corrige las posibles equivocaciones.

Si no cuentas con acceso a Internet, en el Apéndice 1 encontrarás una tabla de datos y la información para que puedas realizar tu gráfica. Por último, explica si lo que observas en la gráfica realmente coincide con lo que establece la ley de Boyle-Mariotte.



**glosario**

**Émbolo:** pieza que se mueve alternativamente en el interior de un cuerpo de bomba o del cilindro de una máquina para enrarecer o comprimir un fluido o recibir de él movimiento.

**Tabular:** expresar valores, magnitudes u otros datos por medio de tablas.

---

---

---

---

---

---

---

---

**UN MOMENTO DE REFLEXIÓN**

Puedes utilizar las habilidades que has desarrollado en la elaboración de gráficas para interpretarlas; basta que observes con atención las variables que se están graficando y su comportamiento.



### Hacia donde soplen los vientos

Hemos estudiado que la instalación de un parque eólico requiere de una serie de análisis de una enorme cantidad de datos de diversos tipos, desde las propiedades ambientales del lugar, hasta el impacto socioeconómico que puede generar el proyecto. Si lo que buscamos es determinar qué condiciones se requieren para la instalación de una planta eoloeléctrica como la de la Venta II, seguramente la respuesta dependerá en gran medida de las condiciones del viento en la región.

Retomemos una parte de la lectura que hicimos con anterioridad del artículo de Roberto Cadenas Tovar y Gaffie Saldivar Urquiza:

“La velocidad media anual del viento en el corredor eólico que va desde La Venta hasta La Mata, pasando por La Ventosa, es mayor de 9 m/s a 30 m de altura. La dirección dominante del viento se ubica en el sector NNW-NNE y presenta una frecuencia del 70% del tiempo”

Al hablar de la dirección del viento, las letras NNW y NNE representan la dirección respecto de los **puntos cardinales** en la que sopla el viento: N – Norte, S – Sur, E – Este, W – Oeste (también puede aparecer O en lugar de W). Al juntar dos de estas letras, representamos una dirección intermedia (conocidos como rumbos laterales), por ejemplo, NE significa noreste y se refiere a una dirección que forma un ángulo de 45° respecto al norte y moviéndose hacia el este. Si se juntan tres letras, estamos hablando de rumbos colaterales, que podríamos interpretar como direcciones intermedias entre las direcciones intermedias, por ejemplo, NNE significa nornoreste; este rumbo se construye de inicio con las últimas dos letras, NE (noreste), y a partir de ahí se miden 22.5° (22.5° es la mitad de 45°) hacia el norte, por lo que apunta en la dirección que queda entre el norte y el noreste. Puedes observar todas estas direcciones en la rosa de los vientos que se muestra a continuación.

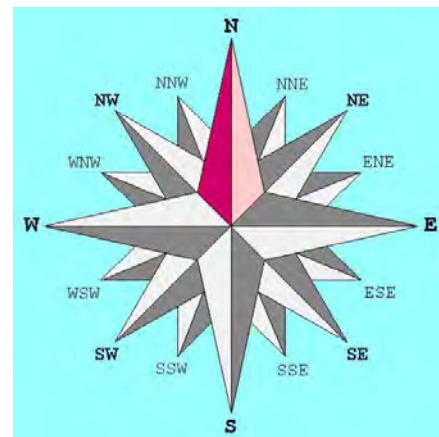
Como puedes darte cuenta, no solamente es importante la intensidad del viento, sino también la dirección en la que sopla, así que es necesario contar con una herramienta que facilite el análisis de cantidades que no solo tienen magnitud, sino también dirección.

A las variables que tienen tanto magnitud como dirección se les conoce con el nombre de **vectores**. En física, hay un gran número de variables vectoriales, es decir, variables en las que resulta importante la dirección, por ejemplo, no es lo mismo jalar un objeto con una fuerza de 40 N que empujarlo, no es lo mismo que un auto se mueva a 80 km/h hacia mí que alejándose



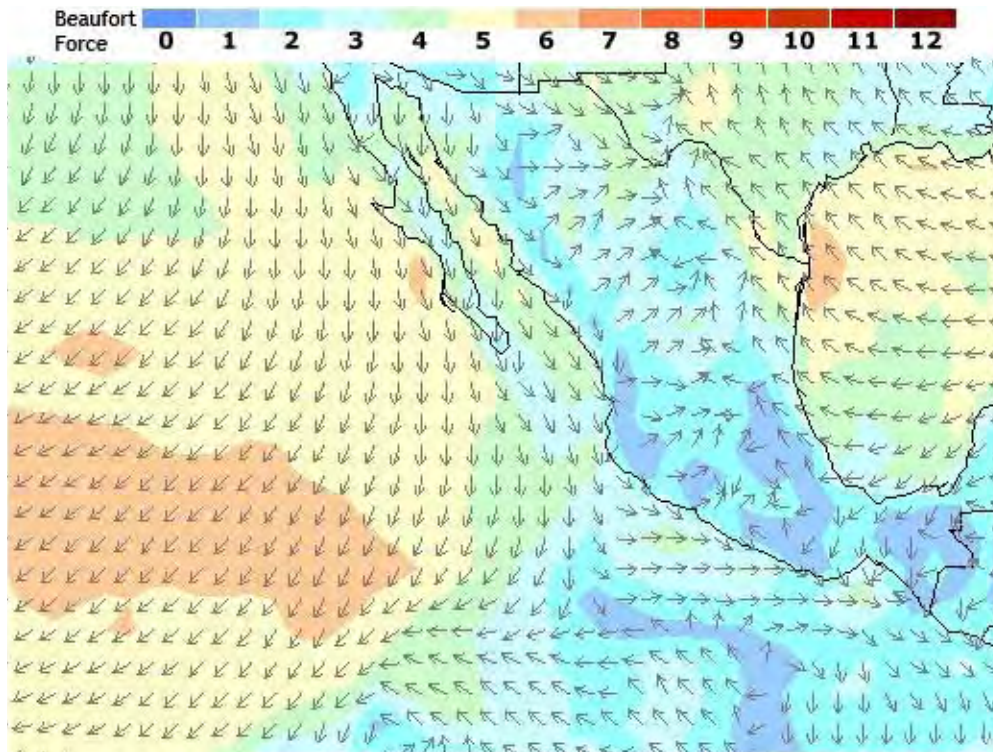
#### glosario

**Puntos cardinales:** direcciones imaginarias que dividen el horizonte en cuatro partes iguales, y están determinados, respectivamente, por la posición del polo septentrional (Norte); la posición del Sol a la hora de mediodía (Sur); y por la salida y puesta del Sol en los equinoccios (Este y Oeste, respectivamente).





de mí, no es lo mismo que el viento sople desde el norte que desde el oeste. Al hacer estudios de viento en una zona se pueden encontrar diagramas como este:



#### glosario

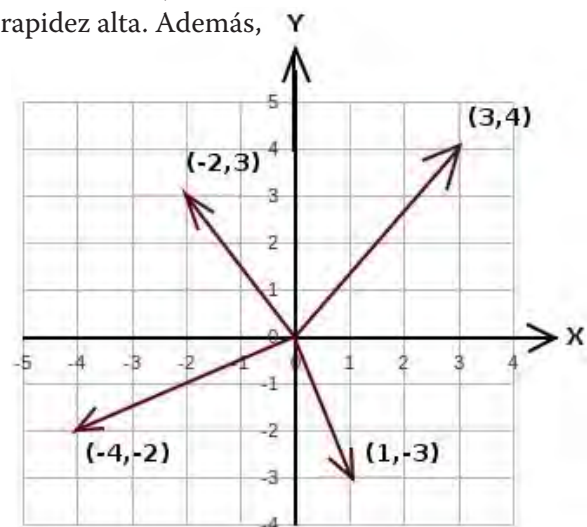
**Denotar:** indicar, anunciar, significar.

**Influir:** producir sobre otra cosa o persona ciertos efectos.

En este diagrama, los colores son representativos de la rapidez del viento, los tonos azules corresponden a una rapidez baja, y los tonos rojos a rapidez alta. Además, las flechas indican la dirección en la que sopla el viento.

Debido a la importancia que tiene la herramienta de los vectores en física, nos tomaremos un tiempo para estudiar algunas de sus características básicas. Las variables físicas vectoriales se **denotan** con una pequeña flecha en la parte superior, por ejemplo,  $\vec{v}$  representa la variable vectorial velocidad,  $\vec{F}$  la variable vectorial fuerza,  $\vec{E}$  la variable vectorial campo eléctrico. Gráficamente, los vectores en el plano cartesiano se trazan como flechas que salen del origen y terminan en algún punto del espacio, por lo que un vector puede ser determinado por las coordenadas del punto de término.

Las coordenadas de un vector, mejor conocidas como componentes del vector, indican la **influencia** que tiene

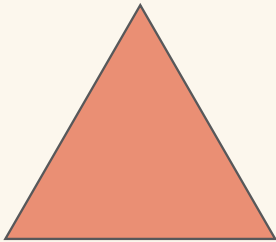
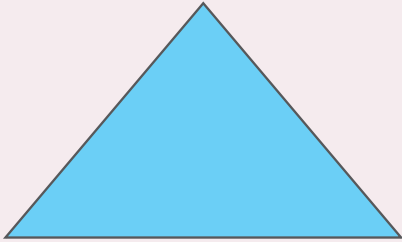
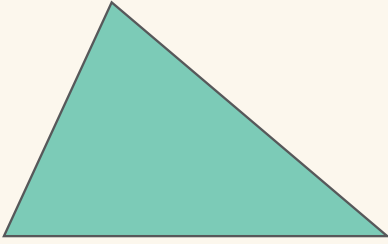




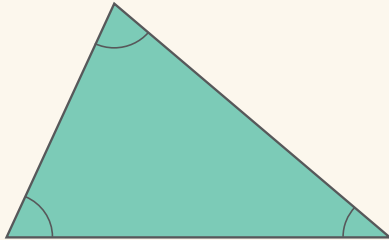
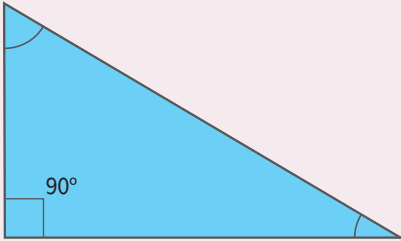
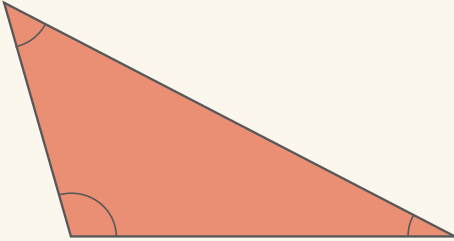
cada uno de los ejes sobre él; por ejemplo, en el esquema anterior se muestra el vector con componentes (3, 4), suponiendo que se tratara de un vector de la fuerza que se ejerce sobre un cuerpo, querría decir que alguien está jalando el cuerpo en dirección del eje X con una fuerza de magnitud 3 y alguien más lo jala en dirección del eje Y con magnitud 4, dando como resultado una fuerza diagonal.

Ahora, hemos dicho que un vector tiene una magnitud, que se podría interpretar como su tamaño, y una dirección, así que el siguiente paso en nuestro estudio es relacionar estos con las componentes del vector. En este sentido, una herramienta de mucha ayuda es la trigonometría.

Antes de continuar, conviene hacer una pausa para llevar a cabo un breve repaso de trigonometría, parte de las matemáticas que trata del cálculo de los elementos de los triángulos. Un **triángulo** se define como una porción de plano limitada por tres líneas rectas. Existen varias clasificaciones que se pueden hacer de los triángulos, por ejemplo, si partimos de la longitud de sus lados tenemos lo siguiente:

Tipo de triángulo	Esquema	Definición
Equilátero		La longitud de sus tres lados es la misma.
Isósceles		La longitud de dos de sus lados es la misma.
Escaleno		La longitud de cada uno de sus lados es distinta.

También podemos catalogar a los triángulos dependiendo de los ángulos que forman sus lados en el interior (ángulos internos).

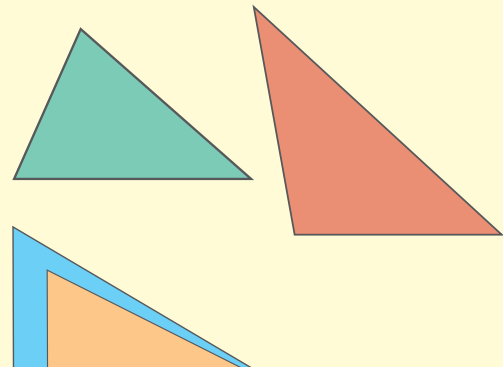
Tipo de triángulo	Esquema	Definición
Acutángulo		Todos sus ángulos internos son agudos, menores a $90^\circ$ .
Rectángulo		Uno de sus ángulos internos es recto, igual a $90^\circ$ .
Obtusángulo		Uno de sus ángulos internos es obtuso, mayor que $90^\circ$ .

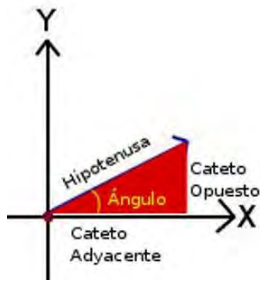
**Para saber más**

Al hacer comparaciones entre distintos triángulos podemos encontrar dos clasificaciones:

**Triángulos congruentes:** se refiere a cualesquier triángulos cuyos ángulos internos y longitud de sus lados es la misma, es decir, se refiere a triángulos iguales que simplemente han sido rotados o trasladados.

**Triángulos semejantes:** se refiere a los triángulos cuyos ángulos internos son iguales, aunque sus lados no lo sean.





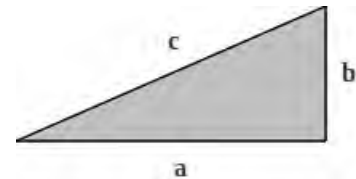
En particular, los triángulos rectángulos nos serán de mucha ayuda para el estudio de vectores, pues si observas con atención, los componentes de un vector se pueden considerar como los lados que forman el ángulo recto (llamados catetos, el otro lado se llama hipotenusa) de un triángulo rectángulo.

Si se conocen los componentes de un vector, es posible calcular su magnitud. Aunque el concepto de vector es relativamente viejo (alrededor de 200 años), la forma de calcular su magnitud, interpretándola como la hipotenusa de un triángulo rectángulo, es bastante antigua y data de hace unos 2500 años, en la época de un filósofo y matemático griego, Pitágoras de Samos. Pitágoras y sus **discípulos** desarrollaron una forma de calcular la hipotenusa de un triángulo rectángulo que se conoce hoy en día como el **Teorema de Pitágoras** y establece lo siguiente:

“En todo triángulo rectángulo el cuadrado de la **hipotenusa** es igual a la suma del cuadrado de los **catetos**”.

Si denotamos los catetos con las letras  $a$  y  $b$ , y la hipotenusa con la letra  $c$ , podemos escribir una ecuación para el teorema de Pitágoras de la siguiente forma:

$$c^2 = a^2 + b^2$$



Sin embargo, queremos calcular el valor de la hipotenusa, no del cuadrado de la hipotenusa, así que al despejar el valor de la hipotenusa obtenemos:

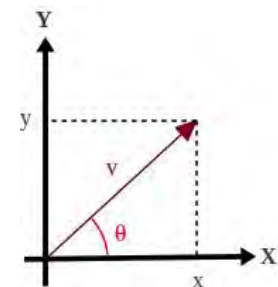
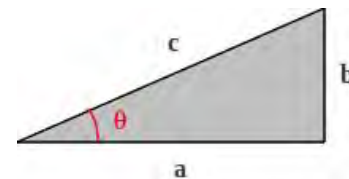
$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

El teorema de Pitágoras facilita calcular la magnitud de un vector si se conocen sus componentes, pero existe también un método que permite calcular los componentes de un vector si se conoce su magnitud y dirección. Volvamos al triángulo rectángulo para definir una serie de funciones que relacionan sus ángulos internos con la longitud de sus lados.

Las funciones que relacionan los ángulos internos de un triángulo rectángulo con la longitud de sus lados se conocen como funciones trigonométricas; las funciones trigonométricas básicas son el seno y el coseno, las cuales se definen de la siguiente manera:

$$\text{sen } \theta = \frac{b}{c} \text{ y } \text{cos } \theta = \frac{a}{c}$$

En particular, nos interesa utilizar las funciones trigonométricas para calcular los componentes de un vector si se conoce su magnitud y su dirección, así que traslademos este conocimiento al escenario de los vectores.



### glosario

**Discípulo:** persona que aprende una doctrina, ciencia o arte bajo la dirección de un maestro.

**Hipotenusa:** lado opuesto al ángulo recto en un triángulo rectángulo.

**Cateto:** cada uno de los dos lados que forman el ángulo recto en un triángulo rectángulo.

Tomemos un vector cuya magnitud se denota con la letra  $v$ , y cuyo ángulo respecto del eje X es  $\theta$ , si suponemos que sus coordenadas son  $(x, y)$ , entonces las podemos calcular con las siguientes expresiones:

$$x = v \cos \theta, \text{ y } y = v \sin \theta$$

No es nuestro objetivo estudiar las funciones trigonométricas, sino simplemente aprovecharlas para realizar cálculos relativos a vectores. Los valores que toma la función seno o coseno para cualquier ángulo se pueden obtener fácilmente en una calculadora científica o una computadora, además, existen tablas, tanto impresas como en línea que te permitirán hacer las operaciones que te resulten necesarias.

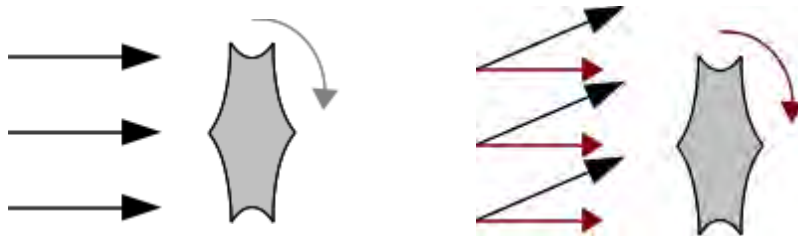
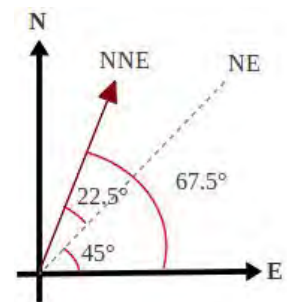
Así que regresemos a nuestro problema original, y supongamos que tenemos un dato que indica que el viento que viene del NNE sopla con una rapidez de 9 m/s. Podemos representar este dato de viento en forma de vector y encontrar sus componentes. Lo primero que debemos hacer es **asociar** un plano cartesiano con la rosa de los vientos, para hacer las cosas más simples, hagamos que el eje X coincida con el Este y el eje Y con el Norte. Después, representemos el vector en ese plano cartesiano y encontremos el ángulo que forma con el eje X.

Recordemos que la dirección NE se ubica entre el Este y el Norte, a  $45^\circ$  del Este, y a su vez, el NNE se ubica entre el Noreste y el Norte, a  $45^\circ/2 = 22.5^\circ$  del NE, así que el NNE forma un ángulo de  $67.5^\circ$  respecto del Este. Con la información del ángulo y la magnitud del vector, podemos utilizar las ecuaciones  $x = v \cos \theta$ ,  $y = v \sin \theta$  para encontrar que el viento tiene como componentes:

$$x = 9 \text{ m/s } \cos 67.5^\circ = 3.44 \text{ m/s}$$

$$y = 9 \text{ m/s } \sin 67.5^\circ = 8.31 \text{ m/s}$$

Tal vez en este momento te estés preguntando, ¿qué tiene que ver todo esto con nuestra interrogante inicial que se refiere a las condiciones que se requieren para la instalación de una planta eoloelectrónica como la de La Venta II? Además de interesarnos por la rapidez del viento, debemos cuidar también su dirección, ya que los aerogeneradores están fijos al suelo y sus **hélices** están diseñadas para moverse únicamente si la corriente de aire viene de frente a ellas. Si se instalan los generadores de forma que se muevan con viento que viene del Norte, es posible que se muevan también con viento que viene del noreste, aunque claro está que solo el componente norte será el responsable del movimiento.



**glosario**

**Asociar:** juntar una cosa con otra para concurrir a un mismo fin.

**Hélice:** conjunto de aletas helicoidales que giran alrededor de un eje y empujan el fluido ambiente produciendo en él una fuerza de reacción que se utiliza principalmente para la propulsión de barcos y aeronaves.



Estás trabajando para utilizar sistemáticamente métodos algebraicos (identificación de variables y/o constantes, fórmulas o modelos matemáticos, despejar variables, sustituciones, igualdades y resolución de ecuaciones) para obtener resultados cuantitativos en la solución de problemas relacionados con los conceptos y las leyes de los gases estudiadas en esta unidad para comprender su comportamiento cuando se presentan en la vida cotidiana.

La región ideal para la instalación de un parque eoloelectrico debe combinar tanto la presencia de vientos intensos, como una dirección que predomine a lo largo del año, es por esta razón que la región del Istmo de Tehuantepec es ideal para esta actividad.



Supongamos que uno de los aerogeneradores está instalado de tal forma que funciona al 100% de su capacidad cuando recibe viento que viene del Norte con una rapidez de 10 m/s. Calcula el porcentaje del funcionamiento del aerogenerador si el viento:

- sopla desde el Noreste a 8 m/s.
- sopla desde el NNW a 9 m/s.
- sopla desde el Este a 12 m/s.

Trabaja en una hoja de cálculo, como lo aprendiste en el módulo *Tecnología de información y comunicación*. Sube tu resultado a las redes sociales y pregunta si alguien de tus seguidores puede confirmarte, o negarte, la validez de tus resultados. Por supuesto, al finalizar compara tus respuestas con las que se incluyen en el Apéndice 1.



## SECCIÓN 3 ¿Realmente puede hacer calor?

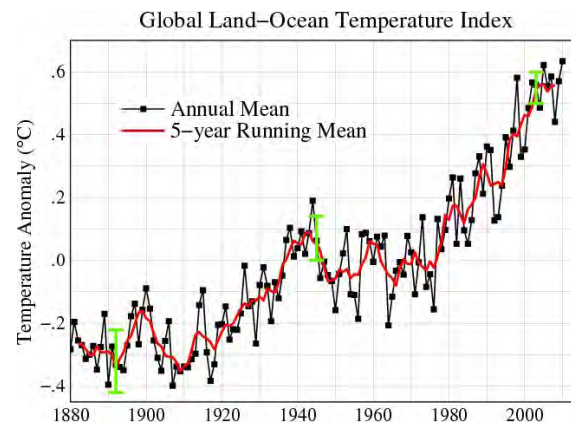
### Calentamiento global

La comunidad científica internacional ha documentado un **inusual** incremento de la temperatura promedio del planeta durante los últimos años. La siguiente es una gráfica que muestra los cambios en el promedio de la temperatura global a través de los años, a partir de 1880 y comparada respecto al promedio entre los años 1951 y 1980, tomada del sitio del Instituto de estudios espaciales de la Nasa.

La gráfica indica que el promedio de temperatura ha ido en aumento durante los últimos años, alcanzando casi los 0.6° en la última década. Esto podrá parecer muy poco en primera instancia, pero no lo olvides, es un gran planeta. Nuestro mundo ha

#### glosario

**Inusual:** no usual, infrecuente, más bien ocasional.



pasado por cambios climáticos parecidos a lo largo de su historia, periodos en los que aumenta la temperatura, seguidos de periodos en los que hay un enfriamiento tan grande que el mundo se ha cubierto de hielo (periodos conocidos como glaciaciones). La diferencia consiste en que la rapidez de este calentamiento es mucho mayor que la de cualquier otro fenómeno observado por los científicos anteriormente. Dado que el Sol es el responsable de la temperatura en la Tierra y que no hay evidencia de que la actividad solar se haya modificado, las posibles causas del incremento de temperatura se deben buscar en otro lugar. La gran cantidad de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) vertido en la atmósfera como resultado de la creciente actividad industrial generada por el ser humano se ha vuelto la principal sospechosa, y la comunidad internacional ha volcado sus esfuerzos para **mitigar** esta situación.

#### glosario

**Mitigar:** atenuar, aminorar o disminuir algo.

#### Más información en...

Después de detectar el problema del cambio climático mundial, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) crearon el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en 1988. Su función consiste en analizar la información científica, técnica y socioeconómica relevante para entender los elementos científicos del riesgo que supone el cambio climático provocado por las actividades humanas, sus posibles repercusiones y las posibilidades de adaptación y atenuación del mismo.

Para mayor información sobre el tema puedes consultar el sitio del IPCC:  
<[http://www.ipcc.ch/home\\_languages\\_main\\_spanish.shtml](http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml)>

[Consulta:24/02/2012].

Como parte de los esfuerzos que realiza nuestro país por reducir las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera, podemos citar los proyectos de conversión de fuentes de generación eléctrica basadas en la utilización de combustibles fósiles por fuentes no contaminantes como la energía solar, hidroeléctrica o la eololéctrica.

Volvamos al artículo que hemos estado analizando a lo largo de esta unidad para observar los beneficios ecológicos de una planta eololéctrica como La Venta II:

#### Producción de electricidad y emisiones evitadas

La producción anual de la central La Venta II se ha estimado en 307.7 GWh, cuya incorporación a la red eléctrica de CFE evitará emisiones de ( $CO_2$ ) a la atmósfera estimadas en más de 180,000 toneladas por año. México registró este proyecto en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) en el marco del Protocolo de Kyoto para contribuir a la mitigación del cambio climático.

Cabe señalar que a pesar de ser los meses de enero y febrero los de viento más intenso, el factor de planta para estos meses resultó bajo debido a los ajustes normales que se realizaron durante la puesta en operación de la central.

(Continúa...)



(Continuación...)

Por otro lado, un aspecto social importante, es el beneficio que los ejidatarios de La Venta reciben por permitir el usufructo de sus terrenos para el proyecto. Estos beneficios consisten en un pago anual durante la vida útil del proyecto. Esta modalidad de pago se deriva del tipo de acuerdos que actualmente se llevan a cabo en otros países, lo cual es del conocimiento de los ejidatarios y de las autoridades agrarias.

Cabe señalar que el área de ocupación efectiva de la central está entre 2 y 3% del área total del predio, considerando los caminos de acceso, bases de aerogeneradores y subestación de la central, lo que significa una afectación mínima al terreno; es decir, los predios pueden seguir siendo utilizados para cultivo agrícola y pastoreo.

Cadenas-Tovar, R. y R. Saldivar-Urquiza (2007). "Central Eoloeléctrica La Venta II" en Revista Digital Universitaria, Vol 8 (12).

Lee con atención el fragmento del artículo, busca en el diccionario las palabras que consideres de difícil comprensión, por ejemplo, ¿sabes el significado de usufructo? En el diccionario dice que es el "derecho a disfrutar bienes ajenos con la obligación de conservarlos, salvo que la ley autorice otra cosa".

### UN MOMENTO DE REFLEXIÓN

Cuál es el papel de la atmósfera en la temperatura del planeta? Recupera la respuesta que diste al inicio de la unidad y modifícala con lo que has aprendido. Véase página 122.

Después de leer la información anterior, uno podría preguntarse qué relación existe entre el calentamiento global y el ( $CO_2$ ), es decir, a menudo se piensa que el dióxido de carbono puede dañar a una persona que lo respire, pero según la información que acabamos de leer, también colabora en el incremento de temperatura del planeta, así que vale la pena que retomemos la pregunta que se hizo al inicio de la unidad para tratar de responderla a partir de los conocimientos que iremos adquiriendo:

---



---



---



---



---

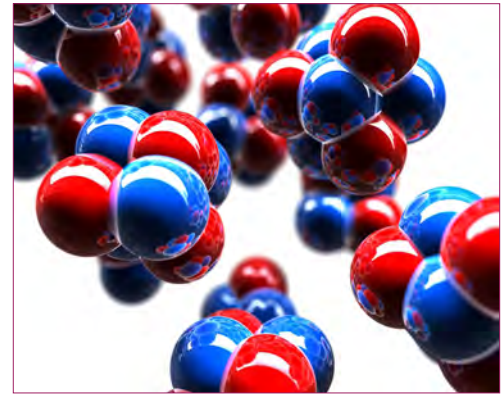


Una primera parada en el camino que nos conduce a responder de manera adecuada el cuestionamiento anterior es identificar la diferencia entre temperatura y calor.

## Diferencia entre temperatura y calor

En el lenguaje cotidiano, frecuentemente se utiliza el término calor cuando se quiere hacer referencia a la temperatura, lo cual, en el lenguaje de la física es incorrecto. ¿Cuántas veces hemos dicho la frase “hace calor” cuando queremos hacer notar el hecho que la temperatura es más alta de lo que consideramos cómodo? En realidad, los conceptos temperatura y calor son muy diferentes en el mundo de la física. Veamos por qué.

De acuerdo con las teorías modernas de la naturaleza, la materia está formada por **moléculas** que están en constante movimiento. Esta teoría no puede ser verificada en su totalidad, porque en principio, las moléculas son mucho más pequeñas que la luz visible y por lo tanto no se pueden “ver” a simple vista. Sin embargo, existen un sinnúmero de pruebas indirectas que corroboran la validez de la teoría. Veamos un ejemplo sencillo.



En la siguiente actividad podrás observar una prueba de la teoría molecular de la materia. Necesitarás un recipiente con agua a temperatura ambiente y unas gotas de colorante vegetal, del que se usa para la decoración de los postres.

El procedimiento es el siguiente: se debe dejar reposar el agua hasta observar que no haya movimiento; una vez que el agua esté completamente quieta, deja caer un par de gotas de colorante con mucho cuidado, tratando de no agitarla. Observa atentamente cómo el colorante se va mezclando en el agua sin necesidad de moverla.

1. ¿Cómo puedes explicar que el colorante se mezcle con el agua por sí solo?

---



---



---

Después, reemplaza la mezcla por agua limpia, pero esta vez caliente, y repite la operación.

2. ¿Qué diferencia encuentras y cómo puedes explicarla?

---



---



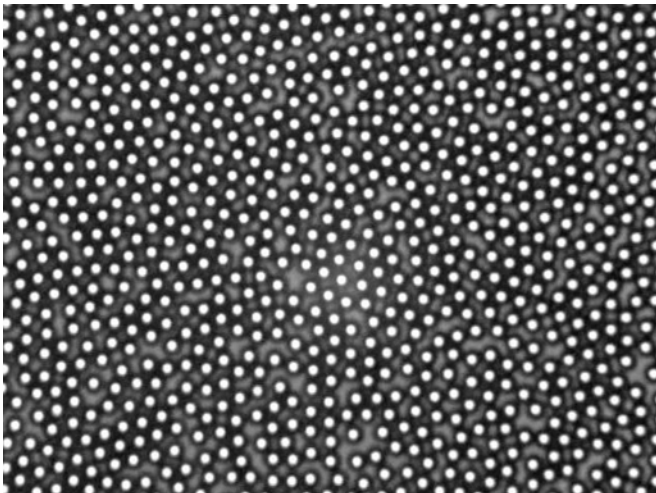
---

Las respuestas a estas interrogantes las encontrarás en el texto que se presenta a continuación.

### glosario

**Molécula:** unidad mínima de una sustancia que conserva sus propiedades químicas. Puede estar formada por átomos iguales o diferentes.

La teoría molecular establece que la materia está formada por moléculas que están en constante movimiento; esa es la razón por la que el agua se mezcló con el colorante en la actividad anterior. Puedes visualizarlo de la siguiente forma: imagina que tienes un frasco lleno de arroz (moléculas de agua) y pones algunos frijoles hasta arriba (moléculas de colorante); el arroz y los frijoles no pueden moverse por sí mismos, por lo que debemos imaginar unas manos invisibles que agiten el frasco ¿Qué observas después de unos segundos? ¿Esperarías que los frijoles sigan estando exactamente donde los colocaste? Claro que no. Al cabo de unos segundos de agitar el frasco encontrarás un frijol por aquí, otro por allá, uno más al fondo del recipiente, es decir, arroz y frijoles, agua y colorante se habrán mezclado. Ahora, es evidente que no obtendremos el mismo resultado si las manos invisibles agitan el frasco lentamente o lo hacen rápido. ¿Recuerdas cómo se llama la variable física que nos dice que tan rápido se mueven las moléculas? La temperatura.



La **temperatura** de un objeto se define como el promedio de la energía cinética (el concepto de energía cinética se abordó en la unidad 1) de las moléculas que componen el objeto. Debido a que la energía cinética de una molécula está relacionada con su rapidez, podemos interpretar a la temperatura como una medida que nos indica qué tan rápido se mueven las moléculas en promedio. Esto no quiere decir que las moléculas se mueven todas con la misma rapidez, habrá las que se muevan más lentamente o rápidamente, el promedio solo da un valor representativo de la rapidez de todo el conjunto de moléculas.

Por otro lado, el concepto de **calor involucra** por fuerza la interacción de dos objetos con temperatura distinta, y se refiere a un intercambio de energía.

#### UN MOMENTO DE REFLEXIÓN

Imagina que estás a punto de comer, por lo que te sirves la sopa caliente que recientemente estaba en la estufa y un vaso de agua fría que acabas de sacar del refrigerador sobre la mesa. Justo en ese momento, tienes la mala suerte de recibir una llamada telefónica importante que dura cerca de 15 minutos. ¿Qué habrá sucedido con tu comida después de ese tiempo? Tu sopa estará ya fría y el agua estará al tiempo. Si lo vemos desde el punto de vista de las moléculas, las de la sopa que en un principio se movían rápidamente habrán perdido algo de su energía cinética, mientras que, por otro lado, las del agua, que se movían lentamente, ganaron algo de energía cinética pues ahora se mueven más rápido. Sabemos que la energía no aparece ni desaparece por arte de magia, así que debió de ir a algún lado, al aire para ser precisos.

Esta energía que se transfirió entre los alimentos y el aire es justamente lo que se denomina calor.



#### glosario

**Involucrar:** abarcar, incluir, comprender, hacer participar.

El calor se define como la cantidad de energía que se **transfiere** desde un objeto de temperatura mayor hacia un objeto de temperatura menor. A lo largo de la historia, el sentido en el que se da la transferencia es siempre el mismo, es decir, de la temperatura alta a la baja, y nunca al contrario, a pesar de que físicamente no habría una **restricción** para no hacerlo. Por qué el universo actúa de esta manera, no lo sabemos, sin embargo, gracias a este comportamiento es posible la vida tal como la conocemos. ¿Te imaginas un mundo en el que al echar hielos a una bebida, el hielo baje su temperatura y la bebida la aumente? La dirección de la transferencia del calor se considera una de las leyes de la termodinámica, que es la parte de la física que estudia las relaciones entre la materia y la energía, en particular el calor.

Con la información que hemos presentado, ¿puedes explicar la diferencia entre temperatura y calor? La temperatura es una medida de la rapidez con que se mueven las moléculas de un cuerpo, y dado que las moléculas siempre están en movimiento, podemos decir que la temperatura es una propiedad básica de la materia: todos los objetos del universo tienen temperatura. Por el contrario, el calor es la cantidad de energía que se transfiere al poner dos objetos con distinta temperatura en contacto, sin embargo, si los objetos están a la misma temperatura no hay calor. El calor es el resultado de un intercambio de energía y los objetos por sí mismos no pueden tener calor, por esa razón, cuando alguien dice: “Tengo calor” está cometiendo un error termodinámicamente hablando.

Regresemos por un momento a la situación de la sopa que al quedarse en la mesa se enfría. ¿Puedes explicar por qué cambió su temperatura? Sabemos que si dos sustancias con distinta temperatura están en contacto, se transmite calor del caliente al frío, pero, ¿A dónde se fue la energía de la sopa? Observa con cuidado: podrías estar en tu casa o lejos de ella, podrías estar en la cima de una montaña o en lo hondo de un valle, incluso, podrías estar en el fin del mundo, hay dos cosas que te acompañarían siempre: el suelo y el aire. Así que, parte de la energía de la sopa se fue al plato y a la mesa, y la otra parte al aire; es fácil ver que el plato y la mesa aumentan su temperatura al estar en contacto con la sopa, pero el aire no tanto, aunque si no lo crees, puedes visitar la cocina de un restaurante o el horno de una panadería para convencerte de que el aire sí se calienta.

Al hablar del calentamiento global, el incremento de temperatura a la que nos referimos es precisamente la del aire de la atmósfera. Así que el papel de la atmósfera en la temperatura del planeta se va aclarando, sin embargo, aún falta determinar el mecanismo que regula la temperatura del aire y cómo interviene el ( $CO_2$ ) en él.



#### glosario

**Transferir:** pasar o llevar algo desde un lugar a otro.

**Restringir:** ceñir, circunscribir, reducir a menores límites.





### ¡Ni frío, ni caliente: cero grados!

Antes de continuar, debemos hacer otra parada obligada para poder entender cómo es que se mide la temperatura. Sabemos que la temperatura es una medida del promedio de la energía cinética de las moléculas de un objeto, sin embargo, la tarea de conocer la energía cinética de cada molécula es imposible, pues hay alrededor de un **cuatrillón** de moléculas en cada objeto (además de las restricciones que impone el principio de incertidumbre de Heisenberg de la mecánica cuántica). Sí, la temperatura es el promedio de la energía cinética, pero resulta imposible calcular directamente ese promedio, ¿cómo hacemos para medir la temperatura de algo?

#### glosario

**Cuatrillón:** un millón de trillones, que se expresa por la unidad seguida de 24 ceros.



El principio de incertidumbre de Heisenberg establece que es imposible determinar tanto la posición como la velocidad de una partícula con absoluta precisión al mismo tiempo. Este es un postulado fundamental de la mecánica cuántica, que es una rama de la física destinada a estudiar los fenómenos de partículas tan pequeñas como un protón o un electrón. Las implicaciones filosóficas de este principio son muy interesantes, pues parece indicar que a nivel atómico no podría existir el concepto de trayectoria como lo entendemos en nuestra vida cotidiana.



Un **termómetro** es un instrumento que permite medir la temperatura de manera indirecta; el secreto consiste en construir aparatos con materiales que tengan una variable física fácil de medir cuya dependencia con la temperatura sea directamente proporcional. Por ejemplo, sabemos que el volumen de algunos fluidos aumentan de manera proporcional al aumentar su temperatura, metemos un poco de ese fluido (lo más común es que sea mercurio o alcohol) en un pequeño tubo de vidrio y al medir su volumen, obtenemos una medida de su temperatura; los termómetros digitales son otro ejemplo, ya que la resistividad de los conductores depende de la temperatura, así que es posible construir un circuito eléctrico para medir temperatura.

El siguiente paso después de construir un termómetro consiste en fijar una **escala** que permita medir la temperatura. En este sentido, podemos distinguir entre dos tipos de escalas: **relativas y absolutas**.

Las escalas relativas son aquellas que miden la temperatura en relación a la de algún fenómeno bien conocido y cuya temperatura sea siempre la misma para poder **calibrar** nuestros termómetros. Existen dos escalas relativas que son las más conocidas: Celsius y Fahrenheit.

#### glosario

**Calibrar:** ajustar, con la mayor exactitud posible, las indicaciones de un instrumento de medida con los valores de la magnitud que ha de medir.



Estás trabajando para identificar las unidades de medición de los conceptos asociados a las leyes de los gases para diferenciar analíticamente unos conceptos de otros, además de facilitar la conversión entre los sistemas de medición.

- Escala Fahrenheit: Se dice que el físico alemán, Gabriel Fahrenheit, quien propuso la escala en 1724, utilizó como referencia dos fenómenos en su escala: el primero, la temperatura de una mezcla de agua, cloruro de amonio y hielo para el cero de la escala, 0 °F, el segundo, la temperatura del cuerpo humano, a la que asignó el 96 °F. Después de registrar estas temperaturas en un termómetro de mercurio, el **intervalo** se divide en 12 secciones y cada una estas a su vez en 8 subsecciones iguales y de esta forma se obtiene un grado Fahrenheit.
- Celsius: antes de 1948 esta escala era conocida como centígrada, sin embargo, ese nombre se desechó y actualmente se conoce como escala Celsius (22 °C se debe leer como 22 grados Celsius). Para elaborar esta escala, se toma como 0 °C la temperatura de congelación del agua pura a nivel del mar, y se toma como 100 °C la temperatura de **ebullición** del agua pura, también a nivel del mar. Tras registrar estas dos temperaturas en un termómetro, el intervalo que resulta se divide en cien partes iguales para obtener un grado Celsius.

**glosario**

**Intervalo:** espacio o distancia que hay de un tiempo a otro o de un lugar a otro.

**Ebullición:** acción y efecto de hervir.

Escala	Temperatura menor	Temperatura mayor	Divisiones
Fahrenheit	La temperatura de una mezcla de agua, cloruro de amonio y hielo es 0 °F.	La temperatura del cuerpo humano es 96 °F.	El intervalo se divide en 12 secciones y cada una estas a su vez en 8 subsecciones iguales para obtener 1 °F.
Celsius	La temperatura a la que se congela el agua a nivel del mar es 0°C.	La temperatura de ebullición del agua a nivel del mar es 100°C.	El intervalo se divide en 100 partes iguales para obtener 1 °C.

La escala Celsius aventaja a la escala Fahrenheit en el hecho de que se basa sobre fenómenos naturales que se realizan siempre a la misma temperatura: el agua pura hierve y se congela siempre a la misma temperatura (siempre y cuando la presión sea también la misma), en cambio, la temperatura corporal de las personas no es idéntica, tiene pequeñas diferencias.

Debido a la diferencia entre las escalas, la ecuación que permite hacer conversiones entre ellas es un poco complicada. En la *Tabla de equivalencias*, Apéndice 4, se encuentran las fórmulas directas, veamos ahora la forma de obtenerla:

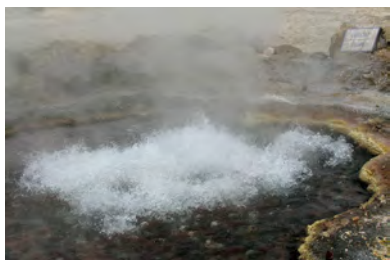
A nivel del mar, el agua se congela a 0 °C y 32 °F, y el agua hierve a 100 °C y 212 °F. Como puedes comprobar fácilmente, la diferencia de temperatura entre la congelación del agua y su ebullición es de 100 °C y 180 °F, lo que quiere decir que 100 °C es equivalente a 180 °F. Si dividimos ambos valores entre 100, obtenemos que 1 °C es equivalente a:

$$\frac{180}{100} \text{ } ^\circ\text{F} = \frac{9}{5} \text{ } ^\circ\text{F} = 1.8 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Ahora, el cero de la escala Celsius, 0 °C, es equivalente a 32 °F, lo que indica que hay una diferencia de 32 grados entre una escala y otra, por lo que hay que incluir este hecho también en la ecuación para la







conversión. Teniendo en cuenta estos dos factores, encontramos que para convertir una temperatura en grados Celsius,  $T (^{\circ}C)$ , a grados Fahrenheit,  $T (^{\circ}F)$ , se tiene:

$$T (^{\circ}F) = 1.8 T (^{\circ}C) + 32$$

Para verificar que nuestro resultado es correcto, hacemos una pequeña prueba con una relación conocida: el agua hierve a  $100^{\circ}C$ , que en grados Fahrenheit es

$$T (^{\circ}F) = 1.8 \cdot 100 + 32 = 180 + 32 = 212$$

Es decir, según nuestra ecuación  $100^{\circ}C$  equivalen a  $212^{\circ}F$ , ¡lo cual es correcto!

Despejando  $T (^{\circ}C)$  de la ecuación anterior, encontramos la forma de convertir  $^{\circ}F$  en  $^{\circ}C$ ,

$$T (^{\circ}C) = \frac{T (^{\circ}F) - 32}{1.8}$$



### Actividad 9

Ejercita tus habilidades para convertir unidades. Cambia de  $^{\circ}C$  a  $^{\circ}F$  o viceversa, de acuerdo con lo que se pida. Puedes corroborar tus respuestas en el Apéndice 1.

1. En el pronóstico del tiempo de un noticiero, anuncian que por la madrugada, la temperatura alcanzará los  $23^{\circ}F$ . ¿Crees que sería recomendable poner algunas cobijas en tu cama?

---



---



---

2. En el manual de un costoso equipo de purificación de agua, dice que no debe utilizarse si la temperatura ambiente es mayor a  $86^{\circ}F$ . Los últimos días han sido bastante calurosos y la temperatura ha alcanzado los  $32^{\circ}C$ . ¿Utilizarías el aparato?

---



---



---

Ahora, medir la temperatura utilizando escalas relativas tiene sus inconvenientes, sobre todo para realizar trabajo científico. La temperatura está definida como el promedio de la energía cinética de las moléculas, así que el valor de temperatura de un objeto debería reflejar ese hecho. La energía cinética de un cuerpo se define como el producto de la mitad de su masa por el cuadrado de su rapidez,  $E_c = \frac{Mv^2}{2}$  dado que la masa es una cantidad positiva y que el cuadrado de una cantidad tam-

bién es siempre positivo, la energía cinética nunca podría tomar un valor negativo, sin embargo, las escalas relativas tienen temperaturas negativas.

Una escala de temperatura absoluta es aquella que busca dar un valor que sea **consistente** con la definición de temperatura, por lo que debe satisfacer dos características:

1. No puede tener valores negativos.
2. El cero de la escala absoluta (llamado “cero absoluto”) debe corresponder con el estado **idealizado** en el que todas las moléculas del cuerpo tienen cero energía cinética, algo así como si todas estuvieran quietas.

#### glosario

**Consistir:** estribar, estar fundada en algo.

**Idealizar:** elevar las cosas sobre la realidad sensible por medio de la inteligencia o la fantasía.

#### Para saber más

El estudio de la termodinámica se basa en un conjunto de cuatro leyes fundamentales que se cumplen en cualquier situación en el universo:

Ley cero: dice que dos sistemas que están en contacto sin que se transfiera calor entre ellos están a la misma temperatura.

1ra Ley: dice que la energía no aparece ni desaparece de la nada.

2da Ley: dice que el calor se transfiere de un objeto de temperatura mayor a uno de temperatura menor.

3ra Ley: no es posible enfriar tanto un objeto que llegue al cero absoluto.

En 1848, el físico y matemático británico William Thomson, Lord Kelvin, propuso una escala absoluta que lleva su nombre. La escala Kelvin se basa en la escala Celsius, pero es una escala absoluta, así que no tiene valores negativos; no obstante, una diferencia de  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , es equivalente a  $1\text{ K}$  (¡cuidado! No se dice “grado Kelvin”, simple y sencillamente “Kelvin”). Para conocer la relación entre la escala Celsius y Kelvin, basta saber que la temperatura del cero absoluto es  $-273.16\text{ }^{\circ}\text{C}$ , así que:

$$T(K) = T(^{\circ}\text{C}) + 273.16$$

$$T(^{\circ}\text{C}) = T(K) - 273.16$$

Los trabajos científicos utilizan valores de temperatura expresados en Kelvin, así que ya sabes lo que eso significa. Ahora debes entender con mejor claridad por qué al estudiar las leyes que rigen el comportamiento de los gases se insistía mucho en el hecho de que la temperatura debía expresarse en Kelvin y no en  $^{\circ}\text{C}$ .

Hablando de calentamiento global, hemos dicho que se trata del aumento de la temperatura del aire de la atmósfera, pero, aún falta aclarar cuál es el mecanismo que regula la temperatura del aire y cómo interviene el  $\text{CO}_2$  en él.



Estás trabajando para conocer y diferenciar analíticamente los conceptos: presión, temperatura, calor, volumen de un gas que describen el comportamiento de los gases para comprenderlos y explicar situaciones de la vida cotidiana donde se presentan.



### El efecto invernadero

Las estrellas, como el Sol, son enormes reactores nucleares en los que la fusión de átomos de hidrógeno, helio y berilio libera una enorme cantidad de energía. La energía proveniente del Sol es la responsable de la luz que vemos en el día y de calentar nuestro planeta. Pero, ¿cómo se transporta la energía desde el Sol, situado aproximadamente a 150 millones de kilómetros de distancia?



#### Actividad 10

Para dar respuesta a esta pregunta, deberás realizar una búsqueda de información en medios escritos o electrónicos para adentrarte en los conceptos que el tema requiere. Los temas a estudiar son:

1. Conducción térmica
2. Convección
3. Radiación térmica

Responde el cuestionario que se presenta a continuación. No olvides que es importante dar una respuesta racional a estas preguntas, pues no sólo se trata de responder por responder, sino que debes comprender realmente el tema que estás estudiando. Verifica tus respuestas en el Apéndice 1

#### 1. Conducción térmica

1.1 ¿Qué es la conducción térmica?

---



---

1.2 Explica la conducción térmica desde el punto de vista de las moléculas de la materia.

---



---



---

1.3 ¿Qué es un aislante térmico?

---



---



---

1.4 ¿Por qué es un error decir que una chamarra está “calientita” en un día frío de invierno?

---

---

---

## 2. Convección

2.1 ¿Qué sucede cuando un fluido de densidad menor se encuentra inmerso en uno de densidad mayor?

---

---

---

2.2 Explica el proceso de convección.

---

---

---

---

2.3 Seguramente sabes por experiencia, que si colocas la mano enfrente de un cerillo o una vela encendida, no corres el riesgo de quemarte, pero, si pones la mano encima de la llama, sí te quemarás. Explica por qué sucede esto.

---

---

---

---

## 3. Radiación térmica

3.1 ¿Qué es la radiación electromagnética?

---

---

---

3.2 ¿Qué es la radiación térmica?

---

---

3.3 Explica qué es un espectro de emisión y un espectro de absorción.

---



---

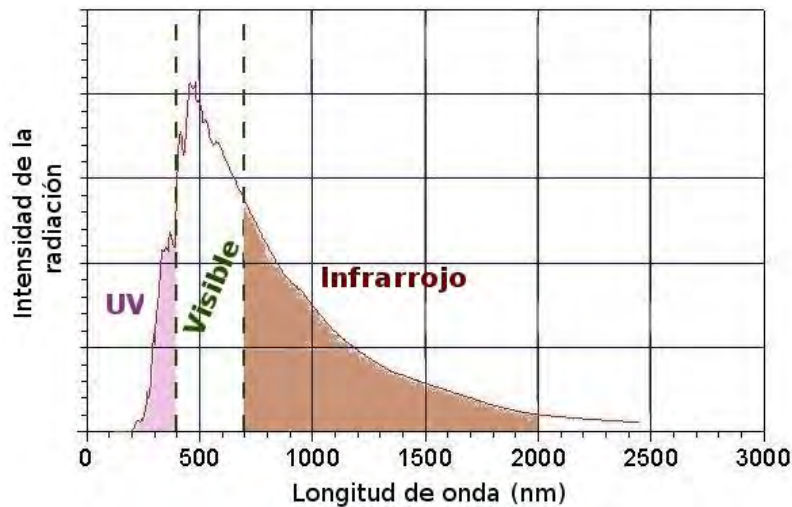


---



---

¡Muy bien, pongamos los conocimientos que acabamos de adquirir a trabajar! Recuerda que nuestro objetivo es entender el papel de la atmosfera en la temperatura del planeta y sobre todo, entender cómo se afecta debido al incremento de  $CO_2$ . La alta temperatura del Sol, hace que emita radiación electromagnética, la mayor parte de ella es infrarroja y luz visible, con un poco de ultravioleta.



Fuente: Modificada del sitio <http://www.soldata.dk/uva-data.htm>

Parte de la radiación que llega a nuestro planeta es reflejada de regreso hacia el espacio, parte es **absorbida** por la atmosfera (sobre todo la ultravioleta) y parte llega a la superficie para calentarla. La energía recibida por la superficie terrestre puede seguir dos caminos: incrementa la temperatura de la superficie, para a su vez, calentar el aire que está sobre ella por conducción, o bien, emite radiación de regreso hacia el espacio. Es justo en este momento en el que intervienen los gases de invernadero, como el  $CO_2$ , pues no permiten que la radiación emitida por la superficie terrestre salga de vuelta al espacio, sino que la retienen en el planeta, haciendo que la temperatura aumente. Este es un proceso natural que ha ocurrido durante miles de años y que ha permitido que nuestro planeta tenga la temperatura adecuada para la vida, sin embargo, el incremento de la concentración de gases

**glosario**

**Absorber:** dicho de un cuerpo, amortiguar o extinguir las radiaciones que lo atraviesan.

invernadero en la atmósfera generado por las actividades humanas, ha roto el delicado balance que existía reteniendo más energía de la acostumbrada, provocando un incremento paulatino de la temperatura del planeta.

Es posible calcular la cantidad de energía necesaria para modificar la temperatura de un objeto. El **calor específico** es una variable física que se define como la cantidad de calor que hay que suministrar a cada unidad de masa de un objeto para subir su temperatura en un Kelvin, se denota con una letra  $C$ . El valor del calor específico de un material depende también de la forma en la que se da el aumento de temperatura, es decir, no es lo mismo calentar un objeto manteniendo su volumen constante,  $C_v$ , que hacerlo manteniendo la presión constante,  $C_p$ .

De la definición de calor específico, es fácil deducir la ecuación que nos permite calcular la cantidad total de energía ( $Q$ ) que se necesita para calentar un objeto, pues basta con multiplicar el calor específico por la masa del objeto y por la diferencia total de temperatura:

$$Q = CM (T_f - T_i)$$

En esta ecuación  $Q$  es el calor que se requiere para el cambio de temperatura,  $C$  es el calor específico del objeto,  $M$  es su masa,  $T_f$  la temperatura final y  $T_i$  la temperatura inicial, donde  $(T_f - T_i)$  es el cambio de temperatura ( $\Delta T$ ), por lo que la fórmula anterior también se escribe:

$$Q = CM\Delta T$$

Recuerda que la temperatura se define como el promedio de la energía cinética de las moléculas, por lo que si aumenta la temperatura de un objeto, se debe a que las moléculas han recibido energía del exterior; por el contrario, para que la temperatura disminuya, es necesario extraer energía del objeto y mandarla al exterior. Si analizamos la ecuación, podemos ver que al bajar la temperatura, la diferencia  $(T_f - T_i)$  resulta negativa, y por lo tanto, también el valor de  $Q$ .

Q positivo	El objeto recibe energía desde afuera.
Q negativo	El objeto expulsa energía hacia afuera.

Una práctica común en cuestiones relacionadas con **termodinámica**, es que en lugar de utilizar la unidad de medida usual de energía (el Joule), se utilice otra unidad para referirse al calor: la caloría. La equivalencia entre Joules y caloría es:

$$1 \text{ cal} = 4.2 \text{ J}$$

Con el fin de que desarrolles habilidades que te faciliten la resolución de problemas, realiza la siguiente actividad. No olvides que puedes comprobar tus respuestas, comparándolas con las que aparecen en el Apéndice 1.



Estás trabajando para utilizar sistemáticamente métodos algebraicos (identificación de variables y/o constantes, fórmulas o modelos matemáticos, despejar variables, sustituciones, igualdades y resolución de ecuaciones) para obtener resultados cuantitativos en la solución de problemas relacionados con los conceptos y las leyes de los gases estudiadas en esta unidad para comprender su comportamiento cuando se presentan en la vida cotidiana.

#### UN MOMENTO DE REFLEXIÓN

¿Puedes explicar lo que sucedería si en lugar de calentar un objeto, se enfría?

#### glosario

**Termodinámica:** parte de la física en que se estudian las relaciones entre el calor y las restantes formas de energía.



Estás trabajando para sustituir las variables presentes en las relaciones y funciones que expresan las leyes de los gases, para despejarlas y comprender su comportamiento, a fin de dar solución a problemas mediante representaciones gráficas.





Encuentra una solución a las problemáticas que se presentan a continuación.

1. Contenido energético de los alimentos

Un hombre de 83 kg se come un plátano cuyo contenido energético es  $1.00 \times 10^2$  kcal. Si toda la energía del plátano se convierte en energía cinética del hombre, ¿qué tan rápidamente se moverá éste, suponiendo que parta del reposo?

---

---

---

---

2. El calentador de agua

Un calentador de agua puede generar 32,000 kJ/h. ¿Qué masa de agua puede calentarse de  $15^\circ\text{C}$  a  $50^\circ\text{C}$  por hora?

---

---

---

---

3. El radiador de un automóvil

El sistema de enfriamiento de un automóvil contiene 16 L de agua. ¿Cuánto calor absorbe si su temperatura se eleva de  $20^\circ\text{C}$  a  $90^\circ\text{C}$ ?

---

---

---

---

No te olvides de cotejar tus respuestas contra las que te proponemos en el Apéndice 1, ello te permite verificar el avance que has logrado hasta ahora.

Al entender las propiedades básicas de la materia y la forma en la que interactúa con la energía, adquieres herramientas de gran utilidad para comprender los fenómenos que suceden a tu alrededor. También, hacer un análisis crítico de los fenómenos cotidianos, te sirve para realizar mejoras que hagan tu vida más cómoda, evitar situaciones peligrosas, cuidar los recursos naturales, etcétera.



Nuestra generación tiene la obligación de enfrentar el reto de reducir las emisiones de gases de invernadero en la atmósfera terrestre, y las principales armas con las que contamos para enfrentar este reto son el conocimiento y el razonamiento crítico. Es necesario que cada uno de nosotros se pregunte: ¿cómo puedo colaborar yo en la solución de este problema? Aunque parezca que el esfuerzo de una sola persona no es importante, no olvides que todas y cada una de las acciones cuentan. Puedes iniciar por llevar a cabo acciones personales, después, invita a las personas que viven contigo a colaborar, promueve acciones dentro de tu comunidad, suma esfuerzos pues recuerda que el beneficio, es para todos.

A nivel nacional, una propuesta atractiva para la generación de energía eléctrica surge a partir del aprovechamiento de la energía eólica. Durante el estudio de esta unidad, hemos sido testigos de los beneficios que ha traído consigo un proyecto de generación eólica como el de La Venta, en el Istmo de Tehuantepec. Para terminar el análisis del artículo *Central Eoloeléctrica La Venta II*, vamos a revisar un último fragmento, la conclusión.

#### Conclusiones

La central eólica La Venta II ha permitido incrementar y diversificar la participación de la energía renovable en la oferta nacional, está contribuyendo a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera y tiene un impacto social positivo, con lo cual se promueve el desarrollo sostenible y sienta las bases para la futura explotación masiva del viento como fuente de energía en nuestro país.

Cadenas-Tovar, R. y G. Saldivar-Urquiza (2007)  
Central Eoloeléctrica La Venta II.  
*Revista Digital Universitaria*, Vol 8(12).

En la conclusión del artículo, se hace **hincapié** en el impacto positivo en distintos niveles del aprovechamiento de las fuentes de energía renovables, desde el factor económico, ecológico y social. Uno de los principales inconvenientes que tiene la explotación de la energía eólica es que debe restringirse únicamente a regiones ventosas.

El desarrollo científico y tecnológico ha llegado a tal punto que incluso si no hay viento de manera natural en una región, puede generarse **artificialmente**. Existen actualmente proyectos de generación eléctrica en los que se aprovecha la energía solar para generar viento, y de esta forma, aprovechar esa energía eólica.

#### glosario

**Hincapié:** insistir en algo que se afirma, se propone o se encarga.

**Artificial:** hecho por mano o arte del hombre.

## Autoevaluación

Realiza una búsqueda de información en medios escritos o electrónicos acerca de proyectos que se conocen con el nombre de “Torre solar”. En particular, puedes visitar el sitio:

<[http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/energia\\_y\\_ciencia/2009/04/12/184638.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2009/04/12/184638.php)>, en el que se explica detalladamente el funcionamiento de una “Torre solar”.

Utiliza la información que encuentres, así como los conocimientos que has adquirido en esta unidad para construir una explicación propia del funcionamiento de una “Torre solar”. Elabora un cartel en el que incluyas diagramas para apoyar tu explicación y exponlo a tus familiares y/o amigos, para que de esta forma, tú mismo evalúes si has entendido claramente los conceptos revisados y estudiados.

No olvides revisar el Apéndice 1, con la finalidad de corroborar la información que hayas encontrado.

# ¿Ya estoy preparado(a)?

Completa la siguiente evaluación para valorar tu aprendizaje y obtener información sobre tu dominio en las competencias relacionadas con este módulo y para saber si ta estás preparado(a) para acreditarlo. Al terminar verifica tus respuestas con la clave que se encuentra en el Apéndice 1.

**Instrucciones:** Antes de iniciar, procura tener a la mano el material que requerirás como pueden ser una calculadora científica, lápiz, borrador, bolígrafo y un cuaderno donde puedas registrar o hacer tus anotaciones. Además, es recomendable que tengas a la mano tu formulario.

Lee con detenimiento cada uno de los problemas o cuestionamientos y resuélvelos aplicando los conceptos y procedimientos que adquiriste durante el desarrollo del módulo.

Ahora sí ¿Estás listo?, pues ¡Adelante!

## Ejercicio 1

La temperatura absoluta de un gas ideal es directamente proporcional a:

- a) El número de moléculas de la muestra.
- b) La presión del gas.
- c) La masa gravitacional del gas.
- d) La constante de difusión del gas.

## Ejercicio 2

La ecuación de Bernoulli se aplica a:

- a) Cualquier fluido.
- b) Un fluido incompresible, sea viscoso o no.
- c) Un fluido incompresible, no viscoso, sin importar que sea turbulento o no.
- d) Un fluido incompresible, no viscoso y no turbulento.

## Ejercicio 3

El campo eléctrico en un punto en el espacio es una medida de:

- a) La carga total sobre un objeto en ese punto.
- b) La razón entre la carga y la masa de un objeto en ese punto.
- c) La fuerza eléctrica por unidad de masa sobre una carga puntual en ese punto.
- d) La fuerza eléctrica por unidad de carga sobre una carga puntual en ese punto.

#### Ejercicio 4

Elije cuál de estos enunciados en los que se comparan las fuerzas eléctrica y gravitacional es correcto.

- a) La dirección de la fuerza eléctrica que una partícula puntual ejerce sobre otra siempre es la misma que la dirección de la fuerza gravitacional ejercida por esa partícula sobre la otra.
- b) Dos cuerpos con la misma carga eléctrica se atraen gravitacionalmente, pero se repelen eléctricamente.
- c) La fuerza eléctrica que un planeta ejerce sobre otro es normalmente más intensa que la fuerza gravitacional ejercida por el mismo planeta sobre el otro.
- d) Ninguno de los enunciados es correcto.

#### Ejercicio 5

¿En qué dirección apuntan las líneas del campo magnético en el interior de un imán en barra?

- a) De un lado a otro.
- b) Del polo norte al polo sur.
- c) Del polo sur al polo norte.
- d) No hay líneas de campo magnético en el interior de un imán en barra.

#### Ejercicio 6

Si la longitud de onda de una onda electromagnética es aproximadamente igual al diámetro de una manzana, ¿qué tipo de radiación es?

- a) Infrarroja.
- b) Microondas.
- c) Luz visible.
- d) Onda de radio.

#### Ejercicio 7

Una persona puede morir si una corriente tan pequeña como de 50 mA pasa cerca de su corazón. En un día húmedo, un electricista está trabajando con las manos húmedas debido a la transpiración. Supón que la resistencia entre sus manos es de 1 k $\Omega$  y está tocando dos alambres, uno con cada mano.

¿Qué diferencia de potencial entre los dos alambres podría dar lugar a una corriente de 50 mA entre una mano y la otra?

- a) 50 V
- b) 50000 V
- c) 0.5 V
- d) 20 V

### Ejercicio 8

Por todos estos procedimientos, menos uno, se puede inducir una corriente eléctrica en un circuito construido con una espira conductora y un arreglo de imanes. ¿Cuál de ellos no produce una corriente inducida?

- a) Girar la espira de modo que pase transversalmente por las líneas del campo magnético.
- b) Colocar la espira de modo que su área quede en posición perpendicular a un campo magnético variable.
- c) Mover la espira paralelamente a las líneas de un campo magnético uniforme.
- d) Extender el área de la espira mientras está en posición perpendicular a un campo magnético uniforme.

### Ejercicio 9

¿Cuánto calor se requiere para elevar la temperatura corporal de una mujer de 50.0 kg desde 37°C hasta 38.4°C? (El calor específico promedio del tejido humano es de 3.5 kJ/kg K).

- a) 245 J
- b) 2.45 kJ
- c) 6475 kJ
- d) 245 kJ

### Ejercicio 10

Las propiedades eléctricas del cobre y del caucho son diferentes porque:

- a) Las cargas positivas pueden moverse libremente en el cobre y están en reposo en el caucho.
- b) Muchos electrones pueden moverse libremente en el cobre, pero casi todos están enlazados a moléculas en el caucho.



- c) Las cargas positivas pueden moverse libremente en el caucho pero están estacionarias en el cobre.
- d) Muchos electrones pueden moverse libremente en el caucho, pero casi todos están enlazados a moléculas en el cobre.

#### Ejercicio 11

Una pequeña bolita de masa  $m$  está suspendida en reposo entre dos placas metálicas horizontales eléctricamente cargadas. La placa inferior tiene una carga negativa. ¿Cuál afirmación de las siguientes respuestas no es correcta?

- a) El campo eléctrico entre las placas apunta verticalmente hacia arriba.
- b) La bolita está cargada negativamente.
- c) La magnitud de la fuerza eléctrica sobre la bolita es igual a  $mg$ .
- d) Existe una diferencia de potencial entre las placas.

#### Ejercicio 12

La principal pérdida de calor de la Tierra es por:

- a) Radiación.
- b) Convección.
- c) Conducción.
- d) Los tres procesos son formas significativas de pérdida de calor en la Tierra.

#### Ejercicio 13

Un gas ideal tiene el volumen  $V_0$ . Si la temperatura y la presión se triplican durante un proceso, el nuevo volumen será:

- a)  $V_0$
- b)  $9 V_0$
- c)  $3 V_0$
- d)  $0.33 V_0$

#### Ejercicio 14

La ecuación de continuidad en los fluidos es una expresión de:

- a) La conservación de la energía del fluido.
- b) La conservación de la masa del fluido.

- c) La conservación de la cantidad de movimiento del fluido.
- d) La conservación de la presión del fluido.

**Ejercicio 15**

Si colocas tu mano encima de una tetera de agua caliente, pero sin tocarla, sentirás principalmente la presencia de calor por:

- a) Conducción.
- b) Convección.
- c) Radiación.
- d) Calefacción.

**Ejercicio 16**

Se pretende calcular la densidad de un líquido desconocido contenido en un recipiente de medio litro de capacidad. Después de medir la masa del líquido en una balanza granataria, se obtiene un valor de 395 gr.

¿Cuál de los siguientes valores corresponde al volumen del líquido?

- a)  $0.5 \text{ m}^3$
- b)  $5000 \text{ cm}^3$
- c)  $500 \text{ cm}^3$
- d)  $5 \text{ cm}^3$

**Ejercicio 17**

Si  $M$  representa la masa,  $V$  el volumen y  $D$  la densidad ¿Cuál de las siguientes ecuaciones utilizarías para calcular la densidad del líquido?

- a)  $V = DM$
- b)  $D = MV$
- c)  $D = \frac{V}{M}$
- d)  $D = \frac{M}{V}$

**Ejercicio 18**

Tomando en cuenta los resultados del ejercicio anterior determina qué líquido está contenido en el recipiente.

- a) Acetona, con una densidad de  $0.79 \text{ g/cm}^3$
- b) Agua, con una densidad de  $1 \text{ g/cm}^3$
- c) Benceno, con una densidad de  $0.87 \text{ g/cm}^3$
- d) Gasolina, con una densidad de  $0.68 \text{ g/cm}^3$

**Ejercicio 19**

En una tienda de electrodomésticos se anuncia un refrigerador de bajo consumo eléctrico de 270 W. Si el aparato se conecta a una fuente de voltaje de 120 V, calcula la corriente que circula a través de él.

- a) 2.25 A
- b) 5 A
- c) 0.44 A
- d) 1 A

**Ejercicio 20**

En una receta para preparar pierna adobada, se indica que es necesario dejar el platillo dentro del horno a una temperatura de  $280^\circ\text{C}$  durante hora y media aproximadamente. Desafortunadamente, el horno que vas a utilizar tiene graduada la temperatura en grados Fahrenheit. ¿Cuál es el valor equivalente?

- a)  $280^\circ\text{F}$
- b)  $536^\circ\text{F}$
- c)  $504^\circ\text{F}$
- d)  $312^\circ\text{F}$

## Clave de respuestas

### ¿Con qué saberes cuento?

#### I. Aritmética

1)  $-6$

2)  $4$

3)  $\frac{3}{10}$

4)  $-\frac{1}{36}$

#### II. Álgebra

5)  $y = 4x - 10$

6)  $x = 5$

7)  $x = -11$

8)  $x = \frac{13}{4}$

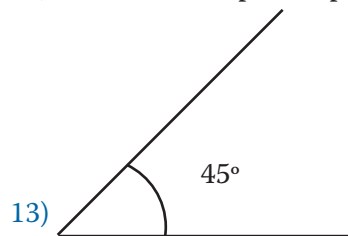
9)  $x = \frac{5}{8}$

10)  $7.04 \times 10^6$

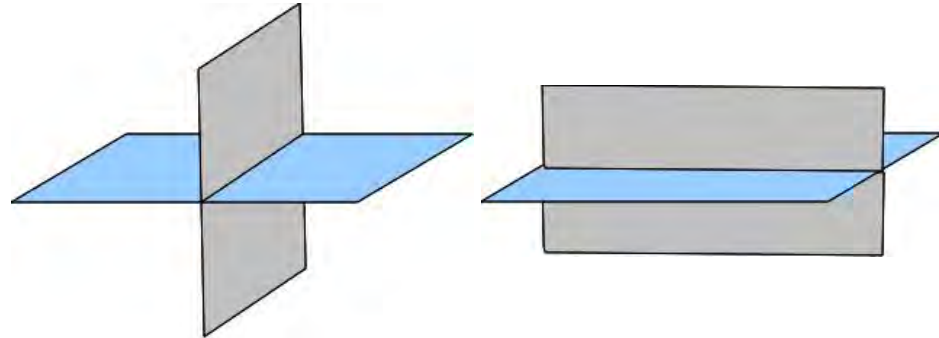
11)  $5.49 \times 10^9$

#### III. Geometría

12) Se necesitan 2 puntos para trazar una recta que pase por ellos



14)



## Unidad 1

### Actividad 1

Unidad fundamental	Definición
Metro	Longitud de la trayectoria recorrida por la luz en el vacío en un lapso de 12997924 de segundo.
Segundo	Duración de 9,192631,770 períodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado base del átomo de Cesio 133.
Kilogramo	Se define como la masa igual a la del prototipo internacional del kilogramo.
Amperio	Intensidad de una corriente constante, que mantenida en dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable, colocados a un metro de distancia entre sí en el vacío, produciría entre estos conductores una fuerza igual a $2 \times 10^{-7}$ newton por metro de longitud.
Kelvin	Se define como la fracción 12736 de la temperatura termodinámica del punto triple del agua.
Mol	Cantidad de materia que contiene tantas unidades elementales como átomos existen en 0,012 kilogramos de carbono 12, $^{12}\text{C}$ .
Candela	Intensidad luminosa, en una dirección dada de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia $540 \times 10^{12}$ Hz y cuya intensidad energética en esa dirección es de 1683 watt por esterradián.

### Actividad 2

Medida	Convertir a:
30 yardas	27.43 metros
58 kilogramos	127.86 libras
0.7 pulgadas	17.78 milímetros
5.4 galones	20.44 litros
0.8 kilómetros	2624.32 pies
450 gramos	15.87 onzas

### Actividad 3

- 1) El volumen corresponde al de un ortoedro, y se calcula como:

$$V = 5 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 25 \text{ m} = 50 \text{ m}^3$$

- 2) El volumen corresponde al de un ortoedro, y se calcula como:

$V = 8 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times .15 \text{ m} = 72 \text{ m}^3$ . Se requieren  $72 \text{ m}^3$  de agua para llenar el tanque, lo que equivale a 72,000 litros.

- 3) El almacén tiene un volumen de  $V_{\text{alm}} = 5 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 30 \text{ m}^3$ , mientras que las cajas tienen un volumen de  $V_{\text{caja}} = 100 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} = 240,000 \text{ cm}^3$ . ¡Cuidado! Observa que las unidades no son las mismas, por lo que es necesario hacer un cambio de unidades en el volumen de la caja para que tenga las mismas unidades que el almacén. Dado que  $1 \text{ m}^3 = 1,000,000 \text{ cm}^3$ , tenemos que  $V_{\text{caja}} = 240,000 \text{ cm}^3 = 0.24 \text{ m}^3$ . Dividiendo el volumen del almacén entre el volumen de cada caja encontramos que en total se pueden almacenar 125 cajas.

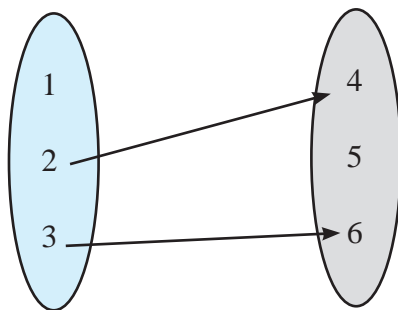
- 4) Como  $1 \text{ dm}^3$  es equivalente a 1 l, el volumen del prisma es  $48 \text{ dm}^3$ . El volumen de un prisma se calcula multiplicando el área de la base por la altura, así que para encontrar la altura,  $h$ , tendremos que dividir el volumen entre el área de la base,  $h = \frac{48 \text{ dm}^3}{12 \text{ dm}^2} = 4 \text{ dm}$ . Así, la altura del prisma es 4 dm, o bien, 0.4 m.

- 5) El volumen de los hielos es  $64 \text{ cm}^3$ . Suponiendo que el volumen del hielo y del agua es el mismo, tendremos un volumen de agua de  $64 \text{ cm}^3$ , contenidos en un recipiente cilíndrico de radio 6 cm. Para calcular la altura del agua,  $h$ , despejamos la fórmula para el volumen de un cilindro y obtenemos que

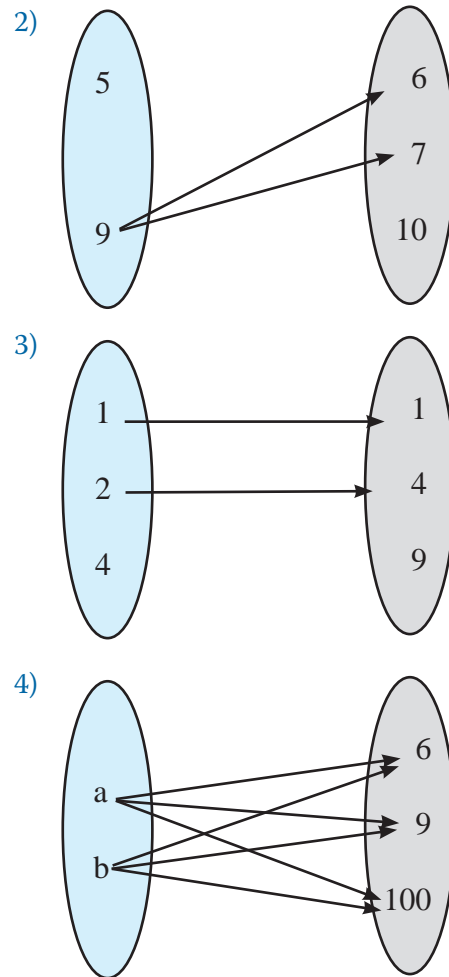
$$h = \frac{64 \text{ cm}^3}{3.14 \times 36 \text{ cm}^2} = 0.57 \text{ cm}.$$

### Actividad 4

- 1)







## Actividad 5

### 1. Presión hidrostática

1.1 Como te has podido dar cuenta, la ecuación para la energía potencial y la presión hidrostática es muy similar, solo que en la energía aparece la masa y en la presión la densidad.

1.2 A grandes profundidades en el océano la presión hidrostática es muy grande, por lo que los peces que viven a grandes profundidades tienen cuerpos aplanados y duros.

### 2. Presión atmosférica

2.1 Es la capa de gases (aire) que rodea al planeta.

- 2.2 Es la presión hidrostática generada por la atmosfera.
- 2.3 El valor de la presión atmosférica varía con la altura, sin embargo, el valor promedio a nivel del mar es de 101300 Pa.
- 2.4 La presión atmosférica (y cualquier tipo de presión) se puede medir en: Pascales (Pa), atmosferas (atm), milímetros de mercurio (mmHg).
- 2.5 Un barómetro de mercurio está formado por un tubo de vidrio de unos 0.850 m de altura, cerrado por el extremo superior y abierto por el inferior. El tubo se llena de mercurio, se invierte y se coloca el extremo abierto en un recipiente lleno del mismo líquido. Al invertir el tubo, se puede ver que el mercurio del tubo desciende unos centímetros, dejando en la parte superior un espacio vacío. A partir de la altura de la columna de mercurio, es posible encontrar el valor de la presión atmosférica, pues debe ser igual a la presión hidrostática del mercurio.
- 2.6 Un alpinista ha subido a la cima de una montaña, se termina el contenido de una botella de agua. Como no hay un lugar apropiado para tirar la basura, cierra la botella y la guarda en su mochila. Explica por qué al llegar al pie de la montaña encuentra la botella aplastada.

### Actividad 6

Concepto	Variables	Expresión matemática
Energía potencial	$E_p$ : energía potencial M: masa h: altura g: aceleración de la gravedad	$E_p = Mgh$
Presión hidrostática	$P_H$ : Presión hidrostática D: densidad del fluido h: altura g: aceleración de la gravedad	$P_H = Dgh$

### Actividad 7

- 1) Debido a la diferencia de alturas, existe una diferencia de presiones que es igual a  $P = (1.29 \text{ kg/m}^3) (9.8 \text{ m/s}^2) (2240 \text{ m}) = 28318 \text{ Pa}$ .

Como la presión en la Ciudad de México es menor, restamos el valor de presión a nivel del mar menos la diferencia que acabamos de calcular para obtener que la presión atmosférica en la Ciudad de México es de aproximadamente  $P = 101\,300 \text{ Pa} - 28318 \text{ Pa}$ .

- 2) El volumen de agua equivale a  $0.1 \text{ m}^3$ . Para calcular la presión en el fondo, debemos calcular la altura del fluido en el contenedor. Como sabemos que es un recipiente cilíndrico, la altura (h) se calcula dividiendo el volumen entre el área

de la base:  $h = \frac{0.1\text{m}^3}{0.5\text{m}^2} = 0.2\text{m}$ . Utilizando una densidad de  $1,000\text{ kg/m}^3$  para el agua pura, la presión en el fondo es de  $P = (1,000\text{kg/m}^3)(9.8\text{m/s}^2)(0.2\text{m}) = 1960\text{ Pa}$ .

- 3) Para calcular la energía potencial de la roca, calculamos  $E_p = (1,000\text{kg})(9.8\text{m/s}^2)(120\text{m}) = 11'760,000\text{ J}$ .
- 4) Para responder esta pregunta, supongamos que la parte alta de la cabeza de una persona es un círculo de  $10\text{ cm} = 0.1\text{ m}$  de radio. Es área de la cabeza es entonces  $A = 3.14(0.1\text{m})^2 = 0.0314\text{m}^2$ . Ahora, para calcular la fuerza que genera la presión atmosférica sobre un área de esas dimensiones, multiplicamos  $F = PA = (101,300\text{ Pa})(0.0314\text{m}^2) = 3180.82\text{ N}$  ¡Esto sería equivalente a ir cargando sobre la cabeza un canasto de alrededor de  $320\text{kg}$  de masa! Por suerte estamos acostumbrados a soportar esa presión, de lo contrario moriríamos aplastados.

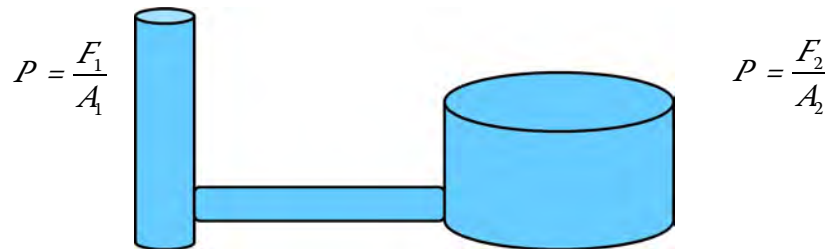
### Actividad 8

#### 1. Principio de Arquímedes y fuerza de flotación

- 1.1 Arquímedes de Siracusa fue un matemático, físico e ingeniero griego. Nació en 287 a.C. y murió en el año 212 a.C. Entre sus avances en física se encuentran sus fundamentos en hidrostática, estática y la explicación del principio de la palanca. Diseñó máquinas novedosas, incluyendo armas y un inventó que permitió extraer agua de los pozos, conocido como el tornillo de Arquímedes.
- 1.2 Arquímedes observó que al sumergir un objeto dentro de una tina con agua, el nivel del agua subía dependiendo del volumen del objeto. El fluido desalojado se refiere al volumen de fluido que es “empujado” por el objeto sumergido. El volumen desalojado es igual al volumen sumergido del objeto.
- 1.3 Se origina por la diferencia de presión hidrostática que existe en el fluido entre la parte alta y la parte baja del objeto.
- 1.4 La Fuerza de flotación,  $F_F$ , se calcula de la siguiente manera:
 
$$F_F = DV_{\text{des}}g$$
 en donde  $D$  es la densidad del fluido,  $V_{\text{des}}$  es el volumen desalojado y  $g$  es la aceleración de la gravedad,  $g = 9.8\text{m/s}^2$ .
- 1.5 Si la densidad del objeto sumergido es mayor a la del fluido, el objeto se hundirá, mientras que si es menor, el objeto tenderá a flotar. Si las densidades son iguales entonces el peso del objeto se equilibrará con la fuerza de flotación y no habrá una fuerza que lo empuje hacia arriba o hacia abajo.

## 2. Principio de Pascal

- 2.1 Fue un matemático, físico y filósofo francés que nació en 1623 y murió en 1662. Célebre por sus contribuciones al cálculo de probabilidades y por sus avances en el terreno de la mecánica de fluidos. Diseñó y construyó además una de las primeras máquinas calculadoras, llamada “pascalina”.
- 2.2 Para fluidos incompresibles y confinados, es decir, que no se pueden comprimir y que además están encerrados sin posibilidad de salir, el principio de Pascal establece que un cambio de presión en cualquier punto del fluido se propagará de manera uniforme a todo el fluido.
- 2.3 La prensa consta de un fluido incompresible, confinado dentro de dos émbolos de distinta área, conectados entre sí. Si se aplica una fuerza sobre el émbolo pequeño se producirá un cambio de presión dentro del fluido, y, de acuerdo con el principio de Pascal, ese cambio deberá ser idéntico en el émbolo de área mayor, pero, para que eso suceda, la fuerza sobre él debe ser más grande que la que se aplicó en el pequeño.



La relación que hay entre las fuerzas, depende de la relación que hay entre las áreas transversales de los émbolos,  $F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1$ .

- 2.4 Como el fluido es incompresible, al desplazar el émbolo pequeño una cierta distancia, se mueve un cierto volumen de fluido, que es el mismo que desplaza el émbolo mayor, pero como el émbolo mayor tiene un área más grande, para que el volumen sea el mismo la distancia que se mueve es debe ser menor que en émbolo pequeño.

### Actividad 9

1. Los líquidos no se mezclan y se acomodan uno encima de otro.
2. El agua por ser más densa, se sitúa hasta abajo de todos. El acomodo de los aceites puede variar, dependiendo del tipo de aceite que se utilice, ya que las densidades de ambos aceites son muy similares; en cualquier caso el aceite menos denso se colocará hasta arriba.

- Debido a la fuerza de flotación, el líquido más denso se irá hasta el fondo, mientras que el líquido menos denso se colocará por encima de los otros.

### Actividad 10

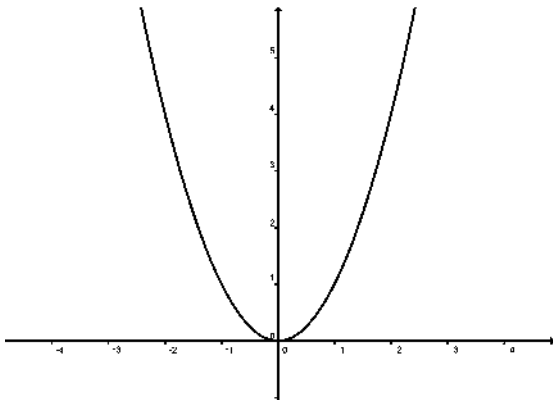
- Como la gráfica que se obtuvo es una línea recta, se concluye que la función que existe entre la masa y el volumen de la sal es lineal. Esto era de esperarse, pues teóricamente sabemos que la densidad de un material no cambia, y además,  $M = DV$ , lo cual tiene la forma de una función lineal cuya pendiente es la densidad  $D$  y la ordenada al origen es cero.
- La pendiente calculada debe tener un valor aproximado de  $2.165 \text{ g/cm}^3$
- El hecho de que la recta cruce por el origen implica que para un volumen cero de sal corresponde una masa cero.

### Actividad 11

- Haciendo las conversiones de unidades necesarias, encontramos que  $D = 0.00002 \text{ m}^3$  y  $V_{\text{des}} = 0.00002 \text{ m}^3$ . Sustituyendo en la fórmula de la fuerza de flotación obtenemos que  $F_f = (800 \text{ kg/m}^3)(0.00002 \text{ m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2) = 0.1568 \text{ N}$ . La fuerza de flotación que empuja el cuerpo es de  $0.1568 \text{ N}$ .
- La fuerza de flotación se calcula simplemente con una resta del peso fuera menos el peso dentro del agua,  $F_f = 600 \text{ N} - 200 \text{ N} = 400 \text{ N}$ .
- Para una prensa hidráulica se cumple que  $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$ , por lo que despejando  $F_1$  y sustituyendo el valor de las variables conocidas obtenemos que  $F_1 = \frac{(12000 \text{ N})(20 \text{ cm}^2)}{140 \text{ cm}^2} = 1714.28 \text{ N}$ , por lo que en el émbolo 1 se debe ejercer una fuerza de  $1714.28 \text{ N}$  para generar una fuerza de  $12000 \text{ N}$  en el émbolo 2.
- El área de la base de un cilindro con radio de  $0.25 \text{ m}$  se calcula como  $A = \pi r^2 = (3.14)(0.25 \text{ m})^2 = 0.196 \text{ m}^2$ . Utilizando la ecuación para una prensa hidráulica y despejando el valor de  $A_1$ , obtenemos que  $A_1 = \frac{(A_2 F_1)}{F_2} = \frac{(0.196 \text{ m}^2)(400 \text{ N})}{4500 \text{ N}} = 0.1744 \text{ m}^2$ , que es el área del émbolo menor, lo que significa que el radio del émbolo menor es  $0.074 \text{ m}$ , lo que hace que el diámetro sea de  $0.148 \text{ m}$ .

### Actividad 12

1. Los métodos de solución son tres básicamente: por factorización del polinomio, utilizando la fórmula general y por el método gráfico, buscando los puntos en los que la gráfica corta el eje horizontal.
2. Para la ecuación cuadrática  $ax^2 + bx + c = 0$ , las raíces son:  $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$
3. La gráfica que se genera de la ecuación  $y = ax^2 + bx + c$  es una parábola.



4. El discriminante de la ecuación  $y = ax^2 + bx + c$  es  $b^2 - 4ac = 0$ . El valor del discriminante puede darnos una idea de la gráfica de la ecuación:
  - a) si  $b^2 - 4ac = 0$ , la parábola toca al eje horizontal en un solo punto,
  - b) si  $b^2 - 4ac > 0$ , la parábola corta al eje horizontal en dos puntos, y
  - c) si  $b^2 - 4ac < 0$ , la parábola no toca al eje horizontal en ningún punto.

### Actividad 13

1. a) El agua es un líquido incompresible, así que es posible calcular la diferencia de rapidez del fluido en distintos puntos utilizando la ecuación de continuidad. Cómo el área transversal de la tubería es menor en el punto 2 que en el punto 1, por continuidad, la rapidez en el punto 2 debe ser mayor que en el punto 1.

Ahora, utilizando la ecuación de Bernoulli, en el entendido de que los puntos 1 y 2 están a la misma altura, tenemos que:

$$P_1 + \frac{Dv_1^2}{2} = P_2 + \frac{Dv_2^2}{2} .$$

Como  $v_2 > v_1$ , se debe cumplir que  $P_1 > P_2$ , para mantener la igualdad.



- b) En los puntos 1 y 3 la tubería tiene la misma área transversal y se encuentran a la misma altura, así que la presión debe ser la misma en ambos puntos.
2. a) Debido a que suponemos que los depósitos son muy grandes comparados con las tuberías, podemos utilizar la ecuación de Torricelli para calcular la rapidez con la que sale el agua hacia el depósito B. Sabemos que la diferencia de alturas entre la superficie del agua y la tubería de salida en el punto 3 es de 5 m, así que:  $v_3 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2(10\text{m/s}^2)5\text{m}} = \sqrt{100\text{m}^2/\text{s}^2} = 10\text{m/s}$ . La rapidez es de 10 m/s.
- b) Para calcular el flujo a través de la tubería, multiplicamos la rapidez por el área transversal. Como el diámetro en el punto 3 es de un tercio del inicial, el radio de la tubería es de 5 cm. El área transversal es entonces de  $25\pi\text{cm}^2$  al convertir a  $\text{m}^2$  queda  $0.0025\pi\text{m}^2$ . Al multiplicar el área por la rapidez, encontramos que el flujo es de  $0.025\pi\text{m}^3/\text{s}$ , y al convertir a litros sobre segundo ( $1\text{m}^3 = 1000\text{l}$ ), obtenemos que el flujo es de  $25\pi\text{l/s}$ .
- c) Como conocemos la rapidez en el punto 3, podemos utilizar la ecuación de continuidad para calcular la rapidez en el punto 1. Ahora, como la tubería en el punto 1 tiene un diámetro 3 veces mayor que en el punto 3, el área transversal  $A_1$  es 9 veces mayor que  $A_3$ , es decir,  $A_1 = 9A_3$ . Así,  $v_1 = v_3 \frac{A_3}{A_1} = v_3 \frac{A_3}{9A_3} = \frac{v_3}{9}$  por lo que la rapidez en el punto 1 es 1.11 m/s. Siguiendo un procedimiento similar se obtiene que la rapidez en el punto 2 es 4.44 m/s.

## Unidad 2

### Actividad 1

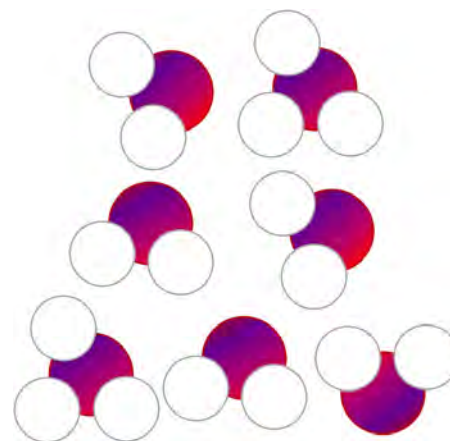


2. Dado que la fuerza eléctrica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, al duplicarse la distancia, la fuerza se reducirá a la cuarta parte, por lo que  $F_2 = \frac{0.4\text{N}}{4} = 0.1\text{N}$ .
3. Dado que la fuerza eléctrica es directamente proporcional al producto de las cargas, si el valor de una carga se duplica, es equivalente a duplicar el producto, por lo tanto, la fuerza se duplicará  $F_1 = 2(0.4\text{N})=0.8\text{N}$ .
4. Para verificar la carga del neutrón, basta con acercarle una carga positiva; si el neutrón tuviera carga positiva, se alejaría por efecto de la fuerza repulsiva entre cargas del mismo signo, por el contrario, si fuera negativo, se sentiría atraído hacia la carga positiva. Como el neutrón ni se aleja, ni se acerca a la carga positiva, se concluye que no tiene carga.

### Actividad 3

Desde el punto de vista de la física, se llama polaridad al hecho de que podemos encontrar carga eléctrica positiva en un extremo de un cuerpo y carga negativa en el extremo opuesto. En el caso particular de la molécula de agua, consta de dos átomos de hidrógeno (positivo) y un átomo de oxígeno (negativo), que se acomodan de tal forma que el oxígeno se localiza entre los hidrógenos, y estos a su vez, forman un ángulo de  $104.45^\circ$ . El ángulo entre los hidrógenos hace que la molécula adquiera polaridad, siendo positivo el lado de los hidrógenos y negativo el del oxígeno.

La alta polaridad de la molécula del agua hace que las moléculas se atraigan fuertemente, adhiriéndose a objetos cargados. Por esta razón, la humedad del aire puede contrarrestar el efecto de las cargas eléctricas que se acumulan en el cabello y hacer que resulte más fácil peinarse.



### Actividad 4

1. (a)
2. (a)
3. (b)
4. (d)

### Actividad 5

- 1) La materia está constituida por átomos, que a su vez están formados por partículas más fundamentales con distinta carga eléctrica:

- ▣ Protón, con carga positiva.
- ▣ Neutrón, con carga neutra.
- ▣ Electrón, con carga negativa.

Los átomos son generalmente neutros, es decir, tienen el mismo número de protones que de electrones. Dado que los protones se encuentran fuertemente ligados al núcleo de los átomos, la única forma de cargar eléctricamente un átomo es manipulando sus electrones: si pierde electrones queda con una carga neta positiva (tiene más protones que electrones), pero si gana electrones, queda con una carga neta negativa (tiene más electrones que protones).

2)



- 3) Una carga eléctrica modifica las propiedades del espacio alrededor de ella. Imaginemos un espacio totalmente vacío en el que colocamos una carga eléctrica, como no hay nada más que la carga, se quedará en su lugar; ahora, si después colocamos otra carga, ambas van a interactuar. Cabe resaltar dos hechos importantes: no importa en donde coloque la segunda carga, siempre habrá interacción, y la interacción tiene una dirección bien definida, pues a la larga tratarán de acercarse o alejarse entre sí. En resumen, el campo eléctrico produce un vector para cada punto del espacio, por lo que puede representarse mediante un campo vectorial.
- 4) La carga eléctrica de un protón vale  $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ , mientras que la del electrón tiene el mismo valor pero con signo negativo. Para calcular la fuerza de atracción entre las partículas utilizamos la ley de Coulomb,  $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$ ,  $k = 9 \times 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$ ,  $q_1 = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ ,  $q_2 = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$  y  $r = 5.3 \times 10^{-11} \text{m}$ . Después de sustituir estos valores en la ecuación y de hacer los cálculos, encontramos que  $F = 8.2 \times 10^{-8} \text{N}$ .

- 5) La intensidad del campo eléctrico producido por una carga se calcula por medio de la relación:  $E = \frac{kq}{r^2}$ .

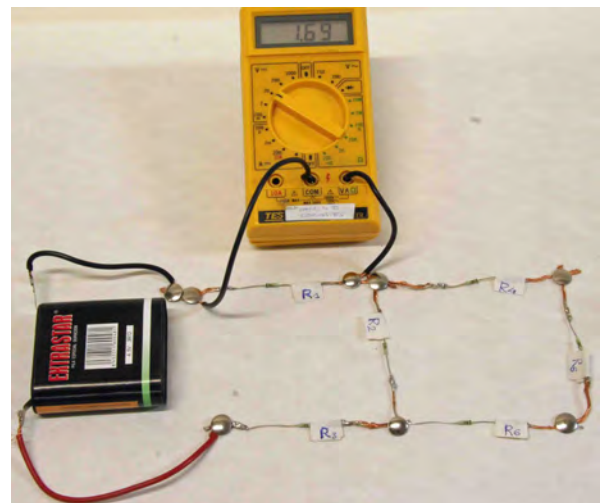
Para poder calcular la distancia en este caso, se despeja de la ecuación y obtenemos:  $r = \sqrt{\frac{kq}{E}}$ , en donde  $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ ,  $q = 3 \times 10^{-6} \text{ C}$  y  $E = 6 \times 10^6 \text{ N/C}$ . Sustituyendo los valores y haciendo los cálculos, obtenemos que la distancia es de  $r = 0.067 \text{ m}$ .

- 6) El electrón se mueve hacia la izquierda, es decir, en dirección contraria al campo.

## Actividad 6

### 1. Diferencia de potencial.

- 1.1 La diferencia reside en el hecho de que el voltaje directo mantiene un valor constante de voltaje entre dos puntos, mientras que en el caso del voltaje alterno existe una variación periódica a lo largo del tiempo.
- 1.2 El aparato que mide voltaje se llama voltímetro. Para utilizarlo es necesario tocar los puntos entre los cuales se quiere hacer la medida de diferencia de potencial con las puntas que tiene el dispositivo.
- 1.3 El voltaje que se encuentra entre las dos ranuras de un enchufe convencional en México es un voltaje alterno de 60 ciclos por segundo, con una magnitud entre máximo y mínimo de 110V.



### 2. Intensidad de corriente.

- 2.1 El aparato se conoce como amperímetro. Para poder medir la corriente es necesario cortar el circuito y volver a cerrarlo con el amperímetro conectado.
- 2.2 La corriente eléctrica es la principal responsable del funcionamiento de los aparatos eléctricos, por ejemplo, la corriente es la que calienta el filamento de un foco para que emita luz, o bien para calentar la comida en un horno; también es la responsable del movimiento de los motores eléctricos que hacen funcionar el refrigerador, licuadora, lavadora, etcétera. Las corrientes

tes eléctricas a través de elementos llamados transistores o microchips son también las responsables del funcionamiento de las calculadoras, computadoras, teléfonos celulares, etcétera.

### 3. Resistencia.

- 3.1 Al aumentar la temperatura de un material, aumenta su resistividad. Esto se debe a que al aumentar la temperatura, las moléculas del material se mueven más rápido, por lo que se dificulta más el paso de electrones.
- 3.2 Puede haber dos opciones: al elevar su temperatura, la resistividad del material cambia, lo que genera que la resistencia se modifique y con ella los valores de corriente a través del circuito; otra opción es que con la alta temperatura alguno de los componentes se queme y deje de funcionar.
- 3.3 Fuente de voltaje: es el corazón del circuito, pues se encarga de suministrar energía. Puede estar compuesta de baterías o una conexión al tomacorriente.

Resistores o resistencias: elementos que se intercala en un circuito para modular el paso de la corriente en cierta sección del circuito o para hacer que esta se transforme en calor.

Condensadores o capacitores: sistemas de dos conductores, separados por una lámina aislante, que sirve para almacenar cargas eléctricas. Sirven como almacenes de cargas en los circuitos.

### Actividad 7

- 1) Utilizando la forma simplificada de la ley de Ohm, tenemos que  $R = \frac{V}{I}$ , en donde  $V = 120\text{V}$  e  $I = 0.6\text{A}$ . Sustituyendo los valores y haciendo las operaciones encontramos que la resistencia del elemento es  $200\ \Omega$ .
- 2) De nuevo, utilizando la ley de Ohm simplificada,  $I = \frac{V}{R}$ , en donde  $V = 120\text{V}$  y  $R = 15\ \Omega$ . Sustituyendo los valores y haciendo las operaciones encontramos que la intensidad de la corriente que fluye por la extensión es  $8\text{A}$ , por lo que no es recomendable conectar el tostador.
- 3) a) La intensidad de la corriente que circula a través del foco es de  $0.83\ \text{A}$ . b) La resistencia del foco es de  $144\ \Omega$ .
- 4) La potencia de la plancha es de  $288\text{W}$ , es decir, consume  $288\ \text{J}$  a cada segundo.

5) El calor que genera en un minuto es de 36,000 J.

### Actividad 9

Las estadísticas válidas al mes de Octubre de 2011 señalan que la energía eléctrica producida en México de acuerdo al tipo de fuente utilizada es la siguiente:

Fuente	Porcentaje	Forma de producción
Geotermia	2.27%	Se aprovechan las altas temperaturas que se alcanzan en el subsuelo cerca de regiones volcánicas para calentar agua y producir electricidad por medio del vapor.
Carbón	6.34%	Se aprovecha la energía química que libera el carbón al quemarse para calentar agua y producir electricidad por medio del vapor.
Nuclear	3.49%	Se aprovecha la energía atómica que liberan ciertos elementos radiactivos al desintegrarse para calentar agua y producir electricidad por medio del vapor.
Eólica	0.04%	Se aprovecha directamente la energía del viento para mover las hélices de rotores que se encuentran conectados a generadores eléctricos.
Productores independientes	39.97%	La mayoría de estos productores queman hidrocarburos para calentar agua y producir electricidad por medio del vapor.
Hidráulica	12.84%	Se aprovecha la energía potencial del agua acumulada en una presa al hacerla pasar por turbinas que están conectadas a generadores.
Hidrocarburos	44.05%	El proceso es muy similar a la electricidad generada por carbón, pero en este caso se utiliza petróleo o gas natural para quemarse.

### Actividad 10

**Televisión:** Las ondas de radio encargadas de transmitir la señal de televisión son ondas electromagnéticas; lo mismo son las ondas de luz que salen del aparato y llegan a nuestros ojos.



**Radiografías:** Las radiografías son imágenes que se utilizan en medicina para observar el interior del cuerpo, muy parecidas a una fotografía, pero en lugar de utilizar una fuente de luz visible para generar la imagen, se utiliza una fuente de rayos X, que es un tipo particular de radiación electromagnética.

**Telefonía celular:** La información que viaja de un celular a otro mediante antenas y/o satélites se transmite a través de microondas, que son ondas electromagnéticas de tamaño mayor a la de la luz visible.

### Unidad 3

#### Actividad 1

1. Significa que existe grandes posibilidades de explotar el potencial del viento.
2. Significa que la tecnología que se utiliza para convertir la energía eólica en electricidad se ha desarrollado lo necesario para ser muy eficiente.
3. Significa que la CFE puede aprovechar distintas fuente de energía para generar electricidad.

#### Actividad 2

Responde las siguientes preguntas:

1. El volumen del gas tendría que ser igual al volumen de la caja, pues las “moléculas” se mueven en todo ese espacio.
2. Las paredes de la caja son golpeadas constantemente por las “moléculas”.
3. Al agitar más rápido la caja, las moléculas golpean las paredes de la caja con mayor fuerza.

#### Actividad 3

1. Temperatura del aire en una llanta

Para resolver este problema utilizamos la ley de Gay-Lussac,

$T_2 = T_1 \frac{P_2}{P_1} = 288.16K \frac{241kPa}{214kPa} = 324.5K$ , que es la temperatura de las llantas ahora.

## 2. Un buzo

Para resolver este problema es necesario conocer la presión del aire fuera del agua, y también a la profundidad de 20 m. La presión fuera del agua es igual a la presión atmosférica a nivel del mar, 101325 Pa, pero para conocer la presión en el agua, es necesario sumar la presión hidrostática generada por el mar; suponiendo que la densidad del agua de mar es de 1028 kg/m<sup>3</sup>.

$$P_{20m} = 101325 Pa + ((1028 kg/m^3)(9.8 m/s^2)(20 m))$$

$$= 101325 Pa + 210488 Pa = 302813 Pa$$

Suponiendo que la temperatura del aire en el interior del tanque no cambia, podemos utilizar la ley de Boyle-Mariotte para saber qué tanto se comprime el aire, así  $V_2 = \frac{P_1}{P_2} V_1 = \frac{101325 Pa}{302813 Pa} V_1 = 0.33 V_1$ .

Esto quiere decir que el volumen del aire se reduce casi a la tercera parte, y por lo tanto, como el volumen de aire respirado por minuto no cambia, el tiempo de duración del tanque se reduce también a la tercera parte, 30 minutos aproximadamente.

## 3. El motor de un automóvil

Para calcular la nueva temperatura, utilizamos la ecuación general de los gases, ya que la cantidad de moléculas dentro del cilindro no cambia.  $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ .  
Despejando  $T_2$  obtenemos

$$T_2 = \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} T_1 = \frac{20 P_1}{P_1} \frac{V_1}{V_1} 303.15 K = \frac{20}{9} 303.15 K = 673.66 K, \text{ que es la nueva temperatura.}$$

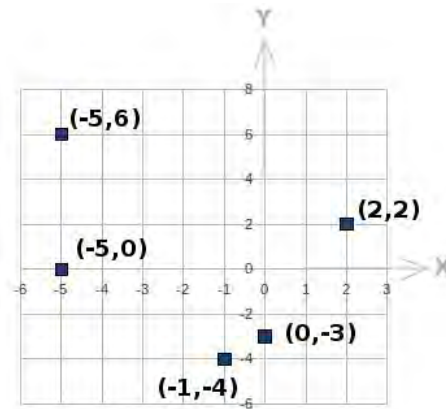
## 4. El foco

Utilizando la ley de Gay-Lussac,  $P_2 = \frac{T_2}{T_1} P_1$  encontramos que presión del gas a 70°C es de  $= \frac{343.15 K}{293.15 K} 115 kPa = 134.6 kPa$

## Actividad 4

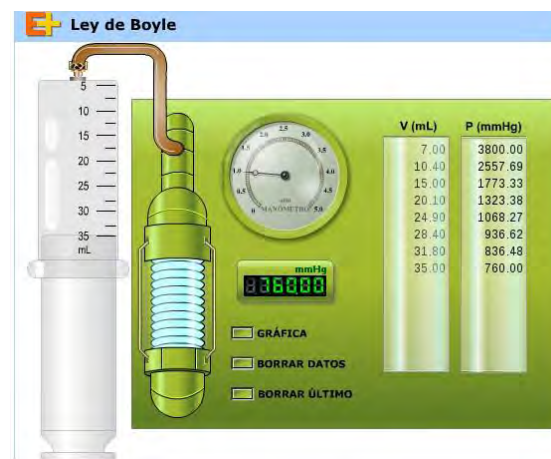
1. La densidad (D) se refiere a la relación de la masa (M) entre el volumen (V) de un cuerpo. La ecuación que permite calcularla se escribe como  $D = \frac{M}{V}$
2. La fuerza de flotación es una fuerza que siente todo objeto sumergido dentro de un fluido, originada por la diferencia entre la presión hidrostática en la parte superior e inferior del objeto.
3. El aire queda por encima del agua debido a que tiene una densidad menor que el agua.

## Actividad 5

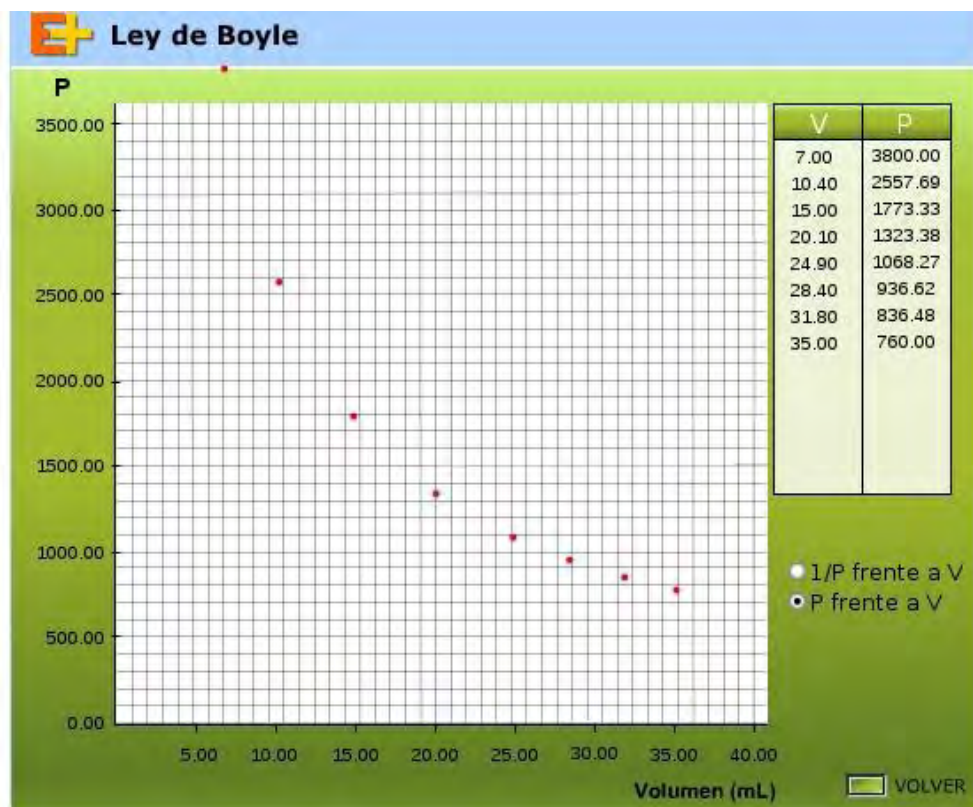


## Actividad 6

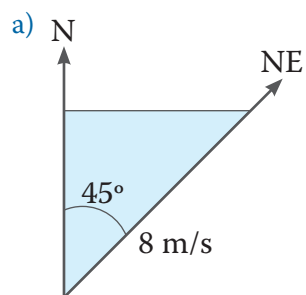
Los datos a graficar son



La gráfica de estos datos es:

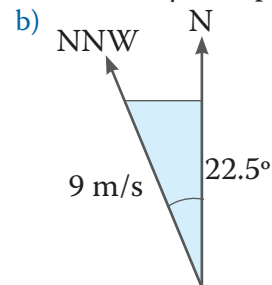


### Actividad 7



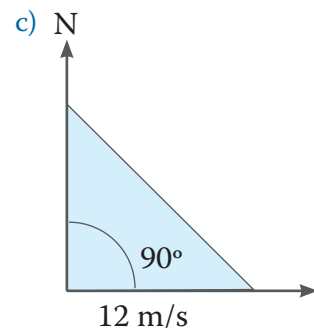
La componente Norte,  $c_N$ , se obtiene resolviendo :  
 $c_N = 8 \text{ m/s} \cos 45^\circ = 5.65 \text{ m/s}$ .

Para encontrar el porcentaje de funcionamiento dividimos la componente norte entre 10 m/s y multiplicamos por 100, así que el porcentaje es del 56.5%.



La componente Norte,  $c_N$ , se obtiene resolviendo :  
 $c_N = 9 \text{ m/s} \cos 22.5^\circ = 8.31 \text{ m/s}$ .

Para encontrar el porcentaje de funcionamiento dividimos la componente norte entre 10 m/s y multiplicamos por 100, así que el porcentaje es del 83.1%.



En este caso, no hay componente Norte,  
 $c_N = 0 \text{ m/s}$ .

El porcentaje de funcionamiento es 0%, es decir, el aerogenerador no funciona con este viento.

### Actividad 9

1. Poner cobijas es lo más recomendable, pues la temperatura bajará hasta los  $-5^\circ\text{C}$ .
2. No es recomendable utilizar el aparato, puesto que no debe utilizarse si la temperatura ambiente es mayor a los  $30^\circ\text{C}$  y la temperatura ha alcanzado los  $32^\circ\text{C}$ .

### Actividad 10

1. Conducción térmica
  - 1.1 La conducción de calor es un mecanismo de transferencia de energía entre dos cuerpos a distinta temperatura, basado en el contacto directo de sus partículas.

- 1.2 Como las moléculas del objeto con temperatura alta se mueven más rápido, golpean a las moléculas del objeto “frío” y en ese contacto les transfieren energía, haciendo que se muevan más rápido.
  - 1.3 Es un material que funciona como una barrera al paso del calor entre dos objetos que tienen distinta temperatura.
  - 1.4 La chamarra en realidad está a la misma temperatura que el ambiente, ni más caliente ni más fría. La sensación agradable que se genera al usar la chamarra se debe a que el material con el que está hecha es un buen aislante térmico.
2. Convección
    - 2.1 El fluido de densidad menor se coloca por encima del de densidad mayor.
    - 2.2 La convección es un proceso de transferencia de energía que se produce únicamente en fluidos. Cuando la parte inferior de un fluido se calienta, aumenta su volumen y, por lo tanto, su densidad disminuye, lo que produce que la parte caliente ascienda desplazando el fluido que se encuentra en la parte superior y que está a menor temperatura. A su vez, el fluido frío es más denso y se sitúa en la parte de abajo en donde es calentado, formándose una circulación que se mantiene mientras se siga calentando la parte inferior del fluido.
    - 2.3 El aire caliente que rodea el cerillo se va hacia arriba, por lo que al colocar ahí la mano, te puedes quemar.
3. Radiación térmica
    - 3.1 Son ondas electromagnéticas que viajan por el espacio.
    - 3.2 Es la energía emitida por un cuerpo que tiene temperatura alta. La energía viaja por el espacio en forma de ondas electromagnéticas.
    - 3.3 El espectro de emisión es el conjunto de ondas electromagnéticas de distinta frecuencia que emiten los electrones de los átomos de un gas cuando pierden energía. El espectro de absorción es lo contrario al espectro de emisión, es decir, es el conjunto de ondas electromagnéticas de distinta frecuencia que son absorbidas cuando los electrones de los átomos ganan energía.

## Actividad 11

Encuentra una solución a las problemáticas que se presentan a continuación.

1. Contenido energético de los alimentos



El contenido energético del plátano es de 100,000 calorías, que es equivalente a 420,000 Joules. Si esa energía se convierte en energía cinética, calculamos la rapidez como  $v = \sqrt{\frac{2E}{M}} = \sqrt{\frac{2(420,000 J)}{83 kg}} = 100.6 m/s$ , que es la rapidez con que el hombre se moverá.

### 2. El calentador de agua

En una hora, la energía disponible para calentar agua es de 32000000 J, además, el cambio de temperatura es de 35 K, y sabemos que el calor específico del agua es de 2080 J/kgK. Despejando la masa de la ecuación de calor obtenemos:

$$M = \frac{Q}{CA T} = \frac{32'000,000 J}{2080 J/kgK 35K} = 439.5 kg$$
 de agua, que es lo que puede calentar por hora el calentador.

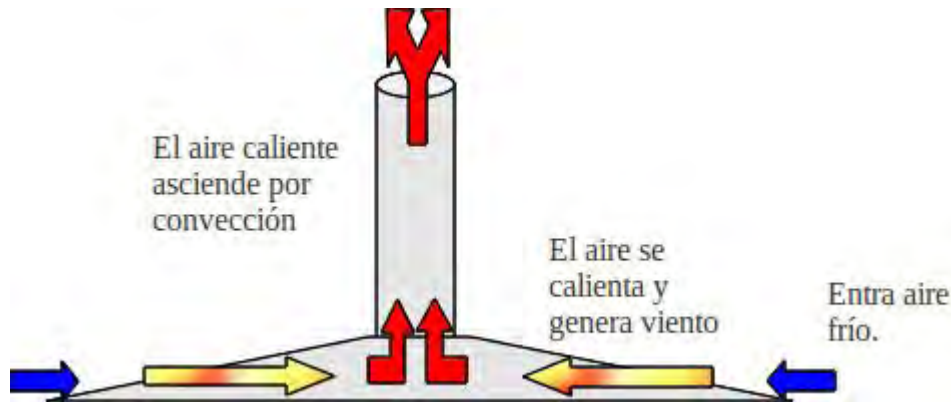
### 3. El radiador de un automóvil

El sistema de enfriamiento de un automóvil contiene 16L de agua, que equivale a tener 16 kg del líquido. Si su temperatura aumenta 70 K, y dado que el calor específico del agua es de 2080 J/kgK, utilizamos la ecuación de calor  $Q = C_p M (T_f - T_i)$  para calcular la cantidad de calor absorbido. Reemplazando valores tenemos:  $(2080 J/kgK) (16 kg) (70 K) = 2329.6 kJ$  es la cantidad de calor absorbido.

## Autoevaluación

Una torre solar es una construcción que permite generar electricidad mediante una combinación de energía solar y eólica. Tiene forma de un enorme disco hecho de materiales similares a los de un invernadero que tiene en el centro una torre. El sol calienta el disco y el aire que hay dentro él, de forma que el aire que queda más cerca de la torre se calienta más, el aire caliente asciende por la torre, y produce una corriente de viento en el interior del disco. El viento que se produce por la convección del aire en la torre se aprovecha para hacer funcionar aerogeneradores instalados en la base de la torre. Entre otras ventajas, la torre solar puede producir viento en regiones en las que no lo hay de manera natural, además de que, a diferencia de las fuentes de energía solar convencio-

nal, puede funcionar también de noche. Una de las desventajas más grande es que requiere una enorme cantidad de terreno para su construcción (un espacio circular de cerca de 3 kilómetros de diámetro).



## ¿Ya estoy preparado(a)?

**Ejercicio 1.** Respuesta correcta: **b**.

Utilizando la ecuación del Gas ideal,  $PV = nRT$ , podemos observar que al mantener constante el volumen y número de moléculas del gas, la relación resultante es  $T = \text{constante}$ , que es la forma de una relación directamente proporcional. En el caso en el que la presión y el volumen se mantienen constantes, la ecuación que resulta es  $T = \frac{\text{constante}}{n}$ , lo que demuestra que la relación entre la temperatura y el número de moléculas es inversamente proporcional. Además, ni la masa gravitacional ni la constante de difusión aparecen en la ecuación.

**Ejercicio 2.** Respuesta correcta: **d**.

La ecuación de Bernoulli no puede aplicarse a cualquier tipo de fluido, únicamente a fluidos incompresibles, no viscosos y cuyo flujo no sea turbulento, de lo contrario, la ecuación para modelar el flujo se complica demasiado.

**Ejercicio 3.** Respuesta correcta: **d**.

El campo eléctrico se refiere a las propiedades eléctricas del espacio y nada tiene que ver con la masa de un cuerpo. Se determina como la fuerza eléctrica por unidad de carga sobre una carga puntual de prueba en un punto del espacio.

**Ejercicio 4.** Respuesta correcta: **b**.

A diferencia de la fuerza gravitacional que siempre ejerce una atracción entre cuerpos, la fuerza eléctrica puede ser atractiva o repulsiva, dependiendo del tipo de cargas que la generen; además, a pesar de ser más intensa que la fuerza gravitacional, la atracción y repulsión generalmente se anulan, por lo que para cuerpos eléctricamente neutros, la fuerza gravitacional es mayor a la eléctrica.

**Ejercicio 5.** Respuesta correcta: **c**.

Las líneas de campo magnético apuntan siempre fuera del polo norte y hacia el polo sur de un imán. Además, a diferencia de las líneas de campo eléctrico, las de campo magnético forman siempre lazos cerrados, ya que no existen los monopolos magnéticos, por lo que hay líneas de campo magnético en el interior del imán.

**Ejercicio 6.** Respuesta correcta: **d**.

El diámetro de una manzana es del orden de unos cuantos centímetros, por lo que la onda electromagnética debe estar en el rango de las ondas de radio. El resto de las ondas mencionadas como opciones son mucho más pequeñas.

**Ejercicio 7.** Respuesta correcta: **a**.

Para realizar el cálculo de este problema, utilizamos una de las ecuaciones de nuestro formulario, la ley de Ohm ( $V = RI$ ). En este caso, el valor de la resistencia es  $1k\Omega$ , o lo que es lo mismo,  $1000\Omega$ , el valor de la corriente es  $50mA$ , ó  $0.05A$ . Al sustituir estos valores en la ecuación, obtenemos que  $V = (1000\Omega)(0.05A) = 50V$ . Se requieren  $50 V$ .

**Ejercicio 8.** Respuesta correcta: **c**.

La ley de Faraday establece que la diferencia de potencial inducida es directamente proporcional al cambio del flujo magnético en la espira. Recuerda que el flujo magnético es la cantidad de campo magnético que cruza por el área que encierra la espira, por lo que no se producirá una diferencia de potencial en los extremos de la espira si no hay un cambio en el flujo magnético, o bien, si no hay flujo. Si la espira se mueve paralelamente a las líneas de campo magnético, no hay flujo magnético a través de ella y por lo tanto no hay diferencia de potencial.

**Ejercicio 9.** Respuesta correcta: **d**.

Para calcular la cantidad de calor necesaria, utilizamos la ecuación de nuestro formulario  $Q = CM\Delta T$ . En este caso,  $C = 3.5 \text{ kJ/kg K}$ ,  $M = 50\text{kg}$  y  $T=1.4K$ . Sustituyen-

do los valores, tenemos  $Q = (3.5 \text{ kJ/kgK}) (50\text{kg}) (1.4\text{K}) = 245\text{kJ}$ . Se requieren 245kJ para aumentar la temperatura.

**Ejercicio 10.** Respuesta correcta: **b**.

Los protones están fuertemente ligados entre sí en los núcleos atómicos, por lo que las partículas que se desplazan por un material trasladando carga eléctrica son los electrones. En el caso de los conductores, como el cobre, muchos electrones pueden moverse libremente, pero en los aislantes, como el caucho, casi todos están enlazados a moléculas.

**Ejercicio 11.** Respuesta correcta: **a**.

La bolita tiene masa, por lo que es atraída por la tierra con una fuerza  $mg$ . Para que pueda quedar suspendida en el aire, es necesaria una fuerza eléctrica igual a su peso que la empuje hacia arriba, por lo que la bolita debe tener carga negativa. Además, dado que las placas tienen distinta carga, existe una diferencia de potencial entre ellas, y como la placa de arriba es positiva y la de abajo es negativa, el campo eléctrico apunta hacia abajo.

**Ejercicio 12.** Respuesta correcta: **a**.

El aire es un buen aislante térmico, de lo contrario, todos correríamos peligro si alguien encendiera un cerillo. Además, aunque el proceso de convección sea el responsable de producir el viento, en las partes altas de la atmósfera casi no hay aire que continúe el proceso. Así, el mecanismo más importante para sacar energía del planeta es la radiación.

**Ejercicio 13.** Respuesta correcta: **a**.

De acuerdo con la ley General de los Gases, para un gas ideal aislado la cantidad debe permanecer constante, así que si se triplica la presión y la temperatura,  $\frac{PV}{T}$  por lo que el volumen sigue siendo el mismo,  $\frac{3PV}{3T} = \frac{PV}{T}$ .

**Ejercicio 14.** Respuesta correcta: **b**.

La ecuación de continuidad expresa que para un fluido incompresible, la misma cantidad de fluido que entra por una tubería debe ser igual a la cantidad que sale, por lo que se refiere a la conservación de masa.



**Ejercicio 15.** Respuesta correcta: **b.**

En el proceso de convección, el aire al ser calentado, disminuye su densidad y tiene a ascender por la fuerza de flotación, llevando energía consigo. Al poner la mano encima de la tetera, el calor es transportado por convección.

**Ejercicio 16.** Respuesta correcta: **c.**

Sabemos que un volumen de un litro es equivalente a  $1000 \text{ cm}^3$ . Haciendo la conversión de unidades correspondiente, encontramos que

$$\frac{(0.51)(1000 \text{ cm}^3)}{11} = 500 \text{ cm}^3.$$

**Ejercicio 17.** Respuesta correcta: **d.**

La densidad se define como la relación que existe entre la masa de un material y su volumen, o dicho de otra forma, como la masa por unidad de volumen contenida en un material. Así, la ecuación correcta es  $D = \frac{M}{V}$ .

**Ejercicio 18.** Respuesta correcta: **a.**

La masa del líquido es de 395 g y su volumen de  $500 \text{ cm}^3$ . Sustituyendo estos valores en la ecuación de densidad,  $D = \frac{M}{V} = \frac{395 \text{ g}}{500 \text{ cm}^3} = 0.79 \text{ g/cm}^3$ , por lo que el líquido en cuestión es acetona.

**Ejercicio 19.** Respuesta correcta: **a.**

Utilizamos la ecuación de potencia eléctrica de nuestro formulario que nos sirve para calcular la corriente,  $I = \frac{P}{V}$ . Sustituyendo los valores  $P = 270 \text{ W}$  y  $V = 120 \text{ V}$ , obtenemos:  $I = \frac{270 \text{ W}}{120 \text{ V}} = 2.25 \text{ A}$ .

**Ejercicio 20.** Respuesta correcta: **b.**

Utilizamos la ecuación para convertir °C en Fahrenheit en nuestro formulario: °F =  $1.8 (^\circ\text{C}) + 32$ . Así, una temperatura de  $280^\circ\text{C}$  equivale a  $1.8 (280^\circ\text{C}) + 32 = 536^\circ\text{F}$ .

## La consulta en fuentes de información por Internet

La información es un punto nodal para la sociedad de hoy. Diferenciarla, manejarla y utilizarla son acciones básicas para nosotros los miembros de la sociedad del siglo XXI y por ello hay que acercarse a ella. Saber qué hacer es el primer paso.

La información se define como el conjunto de datos sobre algún fenómeno determinado; se obtiene de diversas formas, como la observación o la búsqueda intencionada. En el primer caso es natural pero en el segundo no. Para aprender se utilizan las dos pero para estudiar se usa principalmente la segunda.

La información se obtiene de fuentes primarias y secundarias, escritas, orales y visuales, mediante medios impresos, electrónicos y personales. El conjunto de datos por obtener es tan amplio que después de obtenidos se deben analizar, pues no todo lo percibido o encontrado es certero y confiable y tampoco responde de manera puntual al objeto de estudio.

En estos días es común el acceso a la información a través de Internet o red global de información a la que se llega y se mantiene por medio de computadoras. Son millones y millones de datos, documentos, imágenes, fotografías lo que se almacena y a lo que uno tiene acceso. Por eso, diferenciar entre una buena información y la información basura es difícil. Los siguientes son algunos consejos o recomendaciones para guiar tu búsqueda.

1. Para distinguir el valor de la información para ti debes planear el objetivo antes de comenzar a buscar. Los siguientes criterios de búsqueda pueden ayudarte: ¿qué voy a buscar?, ¿qué quiero saber de lo que voy a buscar?, ¿para qué lo estoy buscando?
2. Es muy importante que no busques saber TODO de un tema. Entre más específica sea tu búsqueda, mayor oportunidad tienes de encontrar rápida y fácilmente la información. Puedes caer en dos errores:
  - a) Especificar demasiado las cosas.
  - b) Dejar sin especificar las cosas.
3. Define qué sabes. Para comenzar a investigar hay que partir de tus conocimientos previos. Lo que ya conoces te servirá para realizar tu investigación y para diferenciar datos correctos de los incorrectos, los útiles de los inútiles.
  - a) Asegúrate que la información que tú conoces previamente es correcta.
  - b) Asegúrate que la información que consultes sea actual.
  - c) Recuerda que, aunque no sepas del tema, sí sabes cómo comenzar a buscarlo.



4. Decide dónde y cómo vas a buscar.
5. Pregúntate: ¿qué palabras voy a utilizar?, ¿qué criterios de búsqueda? Tienes que enlistar las palabras clave para tu búsqueda. Conforme avances, agrega más palabras clave.
6. Planea la búsqueda de acuerdo a tu nivel de conocimientos: vas a investigar algo muy básico o más avanzado. Los mejores lugares para comenzar a informarte son diccionarios, enciclopedias, las lecturas sugeridas en los libros de texto, las páginas de Internet “oficiales” (aquellas del gobierno, de las organizaciones importantes (como la ONU, la UNICEF), páginas de universidades de prestigio (como la UNAM, el IPN) Estas páginas “oficiales” tienen CONTROL sobre sus contenidos por lo que la información encontrada, aunque puede ser subjetiva (que depende de un punto de vista), es la “oficialmente correcta”.

Es muy importante que pongas MUCHA ATENCIÓN en tus primeras lecturas. Debes encontrar información correcta. Para ello es necesario que compares los datos obtenidos entre sí.

7. Busca y consulta la información utilizando un buscador (el que te va a encontrar dónde, de todo el Internet, está tu tema).

Algunos buscadores son:

- ▣ [mx.yahoo.com](http://mx.yahoo.com)
- ▣ [www.google.com.mx](http://www.google.com.mx)
- ▣ [mx.altavista.com](http://mx.altavista.com)

Si quieres noticias probablemente las encuentres en:

- ▣ [www.bbc.co.uk/mundo/index.shtml](http://www.bbc.co.uk/mundo/index.shtml)
- ▣ [mx.reuters.com](http://mx.reuters.com)
- ▣ [mx.news.yahoo.com](http://mx.news.yahoo.com)

Si buscas libros los puedes encontrar (además de en una librería) en:

- ▣ [books.google.es](http://books.google.es)
- ▣ [www.booksfactory.com/indice.html](http://www.booksfactory.com/indice.html)
- ▣ [www.ucm.es/BUCM/atencion/25403.php](http://www.ucm.es/BUCM/atencion/25403.php)

Si lo que deseas son diccionarios:

- ▣ [rae.es/rae.html](http://rae.es/rae.html)
- ▣ [www.diccionarios.com](http://www.diccionarios.com)
- ▣ [www.elmundo.es/diccionarios](http://www.elmundo.es/diccionarios)

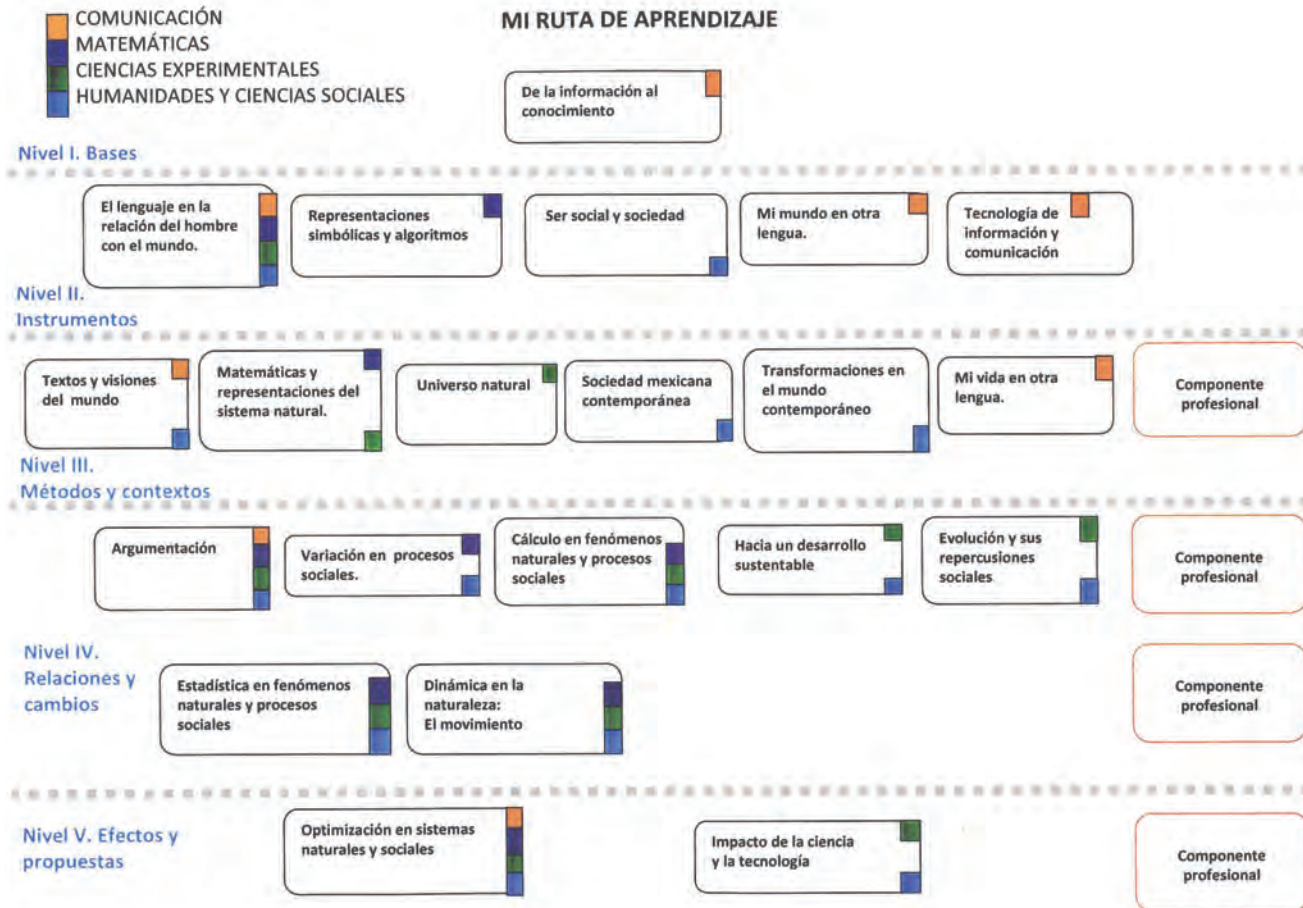
## ¿Qué opciones del buscador me conviene utilizar?

Los buscadores presentan algunas opciones tales como:

- ▣ Opciones de Búsqueda: Incluye “buscar videos”, “buscar imágenes”, “buscar noticias”, “búsqueda en español”, “búsqueda en México” etc. Lo que hacen es especificar tu búsqueda.
  - ▣ Dentro de “búsqueda avanzada” podrás elegir cómo preferirías que te ayudara a buscar. Utilizando las opciones de: “buscar con las palabras” y “que no contenga las palabras” puedes hacer tu búsqueda aún más pequeña y te será más fácil encontrar lo que quieres.
8. Una vez obtenida la información: analiza. Los puntos más importantes ahora son: ¿es lo que necesito?, ¿qué tan bueno es el contenido?, ¿qué tan confiable es el autor?, ¿cuáles son algunos lugares de donde viene la información?

Rodrigo Zepeda Tello. “Guía básica para el manejo de Internet”, en Liliana Almeida et al. (2011). *Ciencia Contemporánea ¿Para qué?* México: Edere/Esfinge, pp. 142-148.

# Apéndice 3



## Tabla de equivalencias

Valor a Convertir (tienes)	(Multiplicas por)	Resultado (obienes)
<b>Longitud</b>		
pulgadas (in)	* 25.4 =	milímetros (mm)
pies (ft)	* 30.48 =	centímetros (cm)
yardas (yd)	* 0.91440 =	metros (m)
millas (mi)	* 1.609344 =	kilómetros (km)
millas náuticas	* 1.852 =	kilómetros (km)
milímetros (mm)	* 0.0393701 =	pulgadas (in)
centímetros (cm)	* 0.393701 =	pulgadas (in)
metros (m)	* 1.09361 =	yardas (yd)
kilómetros (km)	* 0.621371 =	millas (mi)
kilómetros (km)	* 0.5399568 =	millas náuticas
<b>Masa y peso</b>		
onzas (oz)	* 28.34952=	gramos (g)
libras (lb)	* 0.4535924 =	kilogramos (kg)
toneladas	* 1.016 =	tonelada métrica
gramos (g)	* 0.0352740 =	onzas (oz)
kilogramos (kg)	* 2.204622 =	libras (lb)
tonelada métrica	* 0.984 =	toneladas
<b>Presión</b>		
bares	* 100=	kilo pascales
atmosferas	* 98.0665=	kilo pascales
mm de mercurio	* 133.322 =	pascales
kilo pascales	* 0.01 =	bares
kilo pascales	* 0.010197 =	atmosferas
pascales	* 0.0075 =	mm de mercurio
<b>Superficie</b>		
pulgadas <sup>2</sup>	* 6.4516 =	centímetros <sup>2</sup>
pies <sup>2</sup>	* 0.09290304 =	metros <sup>2</sup>
yardas <sup>2</sup>	* 0.8361274 =	metros <sup>2</sup>
millas <sup>2</sup>	* 2.589988=	kilometros <sup>2</sup>
acres	* 0.404 =	hectáreas
centímetros <sup>2</sup>	* 0.155 =	pulgadas <sup>2</sup>
metros <sup>2</sup>	* 10.76391 =	pies <sup>2</sup>

(Continúa...)

## Apéndice 4

(Continuación...)

Valor a Convertir (tienes)	(Efectúas las operaciones)	Resultado (obtienes)
<b>Superficie</b>		
metros <sup>2</sup>	* 1.195990 =	yardas <sup>2</sup>
kilometros <sup>2</sup>	* 0.386102 =	millas <sup>2</sup>
hectáreas	* 2.4752475 =	acres

<b>Volumen</b>		
onzas líquidas	* 28.413 =	mililitros (ml)
pintas	* 0.56850 =	litros (l)
galones (gal)	* 4.54609 =	litros (l)
yardas <sup>3</sup>	* 0.764555 =	metros <sup>3</sup>
pies <sup>3</sup>	* 0.028317 =	metros <sup>3</sup>
mililitros (ml)	* 0.035195 =	onzas líquidas
litros (l)	* 1.759 =	pintas
litros (l)	* 0.219969 =	galones (gal)
metros <sup>3</sup>	* 1.307950 =	yardas <sup>3</sup>
metros <sup>3</sup>	* 35.314475 =	pies <sup>3</sup>

<b>Temperatura</b>		
Fahrenheit	-32*5/9=	Celsius
Celsius	*9/5+32=	Fahrenheit
Celsius	+273.15=	Kelvin
Kelvin	-273.15=	Celsius

- Argudín, Y. (2006). *Educación basada en competencias (Nociones y antecedentes)*. 2ª edición. México: Trillas.
- Baldor, A. (1974). *Aritmética teórico practica; con 7008 ejercicios y problemas*. Bogotá: Cultural colombiana.
- Calvo, A. (1998). *Estrategias para aprender a aprender*. Madrid: Escuela Española.
- Coll, C. (1990). *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. Barcelona: Paidós.
- Cutnell, J. y K. Johnson (2004). *Física*. México: Limusa.
- Díaz, A. (1993). *Tarea docente. Una perspectiva didáctica grupal y social*. México: Nueva imagen.
- Díaz, F. (2006). *Enseñanza situada. Vínculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw-Hill.
- Díaz, F. y G. Hernández (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. 3ª edición. México: McGraw-Hill.
- Ferrant, E. (2007). *Adquisición y formación de hábitos de estudio para un aprendizaje eficiente*. Xalapa/México: Universidad Veracruzana.
- Feynman, R. (2008). *Seis piezas fáciles. La física explicada por un genio*. 4ª edición. España: Crítica.
- Fuenlabrada de la Vega, S. (1994). *Matemáticas I: aritmética y álgebra*. México: McGraw-Hill.
- Giambattista, A. et al. (2009). *Física*. México: McGraw-Hill.
- Giancolli, D. (2006). *Física: principios con aplicaciones*. 6ª edición. México: Pearson.
- Hacyan, S. (2004). *Física y metafísica del espacio y el tiempo. La filosofía en el laboratorio*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Hewitt, P. (2009). *Fundamentos de Física Conceptual*. México: Addison-Wesley.
- Kirkpatrick, L. et al. (2011). *Física: Una mirada al mundo*. 6ª edición. México: Cengage Learning.
- López, M. (2005). *Planeación y evaluación del proceso enseñanza-aprendizaje (Manual del docente)*. 2ª edición. México: Trillas.
- Pérez, H. (2006). *Física general*. 3ª edición. México: Grupo Patria Cultural.
- Resnick, R. et al. (2003). *Física*. 5ª edición. México: Cecsca.
- Serway, R. (2010). *Fundamentos de física*. 8ª edición. México: Thompson.
- Tippens, P. (2007). *Física: Conceptos y aplicaciones*. 7ª edición. México: McGraw-Hill.
- Vázquez, A. (2008). *Física I: Bachillerato general*. México: Pearson Prentice-Hall.
- Quijano, J. (1964). *Aritmética y nociones de álgebra y geometría*, México: Porrúa.
- Vázquez, C. y L. Sánchez (2011). *Física I Competencias científicas*. México: Edere-Esfinge.
- Vázquez, C. y L. Sánchez (2011). *Física III Competencias científicas*. México: Edere-Esfinge.



## Créditos

### Actividad 1

#### Página 17

*Collage entrada de unidad*

© EDERE, S.A. DE C.V.

#### Página 17

*Agua en las manos*

© A. Hernández / © EDERE, S.A. DE C.V

#### Página 20

*Presa hidroeléctrica El Cajón*

Banco de imágenes ProMéxico

Tomada de: <http://comunicacion.promexico.gob.mx/bancoProMexico/detalle.php?id=1179>

#### Página 21

*Proyecto La Yesca*

Galería de imágenes de la Comisión Federal de Electricidad

Tomada de: <http://www.cfe.gob.mx/yesca/es/galeria/ImagenesTecnicas/Rev.%20circular%20en%20t%C3%BAnel%20de%20Desv%C3%ADo.jpeg>

#### Página 23

*Jeringa experimento*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

#### Página 24

*Densidad mayor y menor*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

#### Página 28

*Tanque de gas estacionario*

Tomado de: <http://chicoloapan.olx.com.mx/aprovecha-tanque-estacionario-para-gas-l-p-iid-45816230>

#### Página 35

*Diagramas sagitales*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

#### Página 42 (1)

*Perfil Río Santiago*

Comisión Federal de Electricidad  
Tomada de: [http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/8\\_HidroelectricaLaYesca/Informacionbasica/Paginas/Sistema-Hidroelectrico-Santiago.aspx](http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/8_HidroelectricaLaYesca/Informacionbasica/Paginas/Sistema-Hidroelectrico-Santiago.aspx)

#### Página 42 (2)

*Presión hidrostática*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

#### Página 43

*Inodoro*

© I. Gómez / © EDERE, S.A. DE C.V.

#### Página 51

*Material experimento*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

#### Página 52

*Agregando sustancias*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

#### Página 53 (1)

*Vasos para sal*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

#### Página 53 (2)

*Vasos con sal*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

#### Página 53 (3)

*Midiendo cantidad de sal en vaso*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

#### Página 57

*Gráfica de una pendiente*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

#### Página 58

*Gráfica tiempo volumen*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

#### Página 59

*Pendiente grande y pequeña*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

**Página 63***Gráfica parábola*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

**Página 64***Gráficas*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

**Página 65 (1)***Casa de máquina*

Comisión Federal de Electricidad

Tomada de: <http://www.cfe.gob.mx/>ConoceCFE/8\_HidroelectricaLaYesca/  
Informaciontecnica/Paginas/Obra-de-  
generacion.aspx**Página 65 (2)***Rotor*

© M. Córdova / © EDERE, S.A. DE C.V

**Página 66 (1)***Presa*

© I. Gómez / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 66 (2)***Tubería*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

**Página 68***Ala*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

**Página 69***Avión*

© M. Córdova / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 70***Compuertas de una presa*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

**Página 71 (1)***Tubería de agua*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

**Página 71 (2)***Descenso de agua*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

**Página 72***Flujo embalse*

Comisión Federal de Electricidad

**Unidad 2****Página 75***Collage entrada de unidad*

© M. Córdova / I. Gómez © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 75***Tormenta sobre Madrid (Salamanca)*

Wikipedia. La enciclopedia libre.

Wikimedia Commons

Autor: MGR! de España

Disponible en: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tormenta\\_sobre\\_Madrid\\_\(Salamanca\)\\_01.jpg?uselang=es](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tormenta_sobre_Madrid_(Salamanca)_01.jpg?uselang=es)**Página 80***Electricidad en el cerebro*

© M. Córdova / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 81 (1)***Torre de electricidad*

© I. Gómez / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 81 (2)***Atómo*

© M. Córdova / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 81 (3)***La Tierra y la luna*

Wikimedia Commons

Fuente: <tp://grin.hq.nasa.gov/ABSTRACTS/GPN-2000-001437.html>Disponible en: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Earth\\_and\\_Moon.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Earth_and_Moon.jpg)**Página 82***Niño y electricidad*

© M. Córdova / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 87***Cinescopio*

© M. Córdova / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 88 (1)***Electroscopio*

Informes de las prácticas de física

Tomado de:

[http://infolabcam.blogspot.mx/2009\\_08\\_01\\_archive.html](http://infolabcam.blogspot.mx/2009_08_01_archive.html)

**Página 88 (2)***Material para experimento*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 89***Experimento*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 90 (1)***Cabello difícil de peinar*

Tomado de: [http://renownhair.com/Frequently\\_Asked\\_Questions.html](http://renownhair.com/Frequently_Asked_Questions.html)

**Página 90 (2)**

© I. Gómez / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 94***Electrón en campo eléctrico*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 95 (1)***Cables*

© M. Córdova / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 95 (2)***Pilas*

© M. Córdova / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 97***Circuito eléctrico*

© M. Córdova / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 98***Quemador eléctrico*

Tomado de: [http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-407806284-estufa-electrica-resistencia-de-parrilla-espiral-127v-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-407806284-estufa-electrica-resistencia-de-parrilla-espiral-127v-_JM)

**Página 100 (1)***Cargadores*

© M. Córdova / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 100 (2)***Parque iluminado*

© I. Gómez / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 100 (3)***Focos incandescentes*

© M. Córdova / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 102***Plancha*

© I. Gómez / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 103***Puesta del Sol*

© I. Gómez / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 104***Brújula*

Tomado de:

[http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-428825590-brujula-feng-shui-luo-pan-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-428825590-brujula-feng-shui-luo-pan-_JM)

**Página 105***Imanes*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 106 (1)***Limadura de hierro*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 106 (2)***Atracción hacia el imán*

© I. Gómez / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 107***Rotores*

© M. Córdova / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 108 (1)***Intensidad de corriente*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 108 (2)***Solenoides*

Wikipedia. La enciclopedia libre.

Wikimedia Commons

Autor: Permiso GFDL.

Disponible en: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electronic\\_component\\_transformers.jpg?uselang=es](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electronic_component_transformers.jpg?uselang=es)

**Página 109***Gran rotor*

© M. Córdova / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 110 (1)***Flujo magnético*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 110 (2)***Flujo magnético y alambre doblado*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 110 (3)***Flujo magnético y alambre en eje vertical*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 112***Planta de electricidad*

© M. Córdova / I. Gómez © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 113 (1)***Panorámica de noche*

© M. Córdova / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 113 (2)***Espectro electromagnético*

Wikipedia. La enciclopedia libre.

Wikimedia Commons

Autor: Crates. Original version in English by Inductiveload

Disponible en: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:EM\\_Spectrum\\_Properties\\_es.svg?uselang=es](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:EM_Spectrum_Properties_es.svg?uselang=es)

**Página 113 (3)***Ondas electromagnéticas en TV*

© M. Córdova / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 114***Central Hidroeléctrica “El Cajón” en Nayarit*

Galería de imágenes de la Comisión Federal de Electricidad

Tomada de: <http://www.cfe.gob.mx/yesca/es/galeria/ImagenesTecnicas/Rev.%20circular%20en%20t%C3%BAnel%20de%20Desv%C3%ADo.jpeg>

**Unidad 3****Página 117***Entrada de unidad*

© EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 117**

© M. Córdova / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 123 (1)***Molino de viento del S.XVIII, Araisí, Letonia*

Fotógrafo: Natalia Casado García

Banco de imágenes y sonidos. Gobierno de España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Secretaría de Estado de Educación, Formación Profesional y Universidades.

**Página 123 (2)***Partes de un aerogenerador*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 123 (3)***La Venta*

Tomada de: <http://www.revista.unam.mx/vol.8/num12/art90/int90.htm#a>

**Página 126***Central Eoloeléctrica “La Venta I” en Oaxaca*

CFE, *Sección Galería de imágenes*, Banco de imágenes: Las centrales eléctricas, México, 2 de Abril del 2009

Tomada de: <http://saladeprensa.cfe.gob.mx/banco/searchBanco.alia>

### **Página 129**

*Termómetro*

© M. Córdova / © EDERE, S.A. DE C.V.

### **Página 130**

*Canicas*

© M. Córdova / © EDERE, S.A. DE C.V.

### **Página 131**

Número de identificación: AILS\_ACD05-0022-005

Creador: NASA/*Ames Research Center Image Library*

Disponible en: [http://archive.org/details/AILS\\_ACD05-0022-005](http://archive.org/details/AILS_ACD05-0022-005)

### **Página 132**

*Profundidad del agua*

Gestalt, Sí

Blog de WordPress.com. Tema: Shaan por Specky Geek.

Tomado de: <http://terapiagestaltsi.com/2011/04/11/fundacion-del-fuego-galeano/>

### **Página 133**

*Olla express*

Tomada de: <http://www.sacoloco.es/es/productos-con-descuento/menaje/baterias-de-cocina/olla-expres-fagor-innova-8l/c3f101r1072/>

### **Página 134 (1)**

*Globo aerostático*

Wikipedia. La enciclopedia libre.

Wikimedia Commons

Autor: aTaron

Disponible en: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:GloboAerostaticoAerostato.jpg?uselang=es>

### **Página 134 (2)**

*Inflando globo*

© A. Hernández / © EDERE, S.A. DE C.V.

### **Página 136**

*Burbujas*

© M. Córdova / © EDERE, S.A. DE C.V.

### **Página 137**

*Revisando aire en llanta*

© A. Hernández / © EDERE, S.A. DE C.V.

### **Página 138 (1)**

*Buzo*

Gustave Gerdel Tiburones

Autor: haristizabal - Buceador y camarógrafo:

Gustavo Gerdel

Disponible en: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gustavo\\_Gerdel\\_Tiburones.jpg?uselang=es](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gustavo_Gerdel_Tiburones.jpg?uselang=es)

### **Página 138 (2)**

*Motor de automóvil*

© I. Gómez / © EDERE, S.A. DE C.V.

### **Página 139**

*Foco*

© A. Hernández / © EDERE, S.A. DE C.V.

### **Página 140 (1)**

*Botella*

© A. Hernández / © EDERE, S.A. DE C.V.

### **Página 140 (2)**

*Nubes*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V.

### **Página 141**

*Aire*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V.

### **Página 144**

*Gráfica temperatura mínima Toluca*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V.

**Página 145 (1)**

*Gráfica temperatura mínima Toluca, México y Villahermosa*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

**Página 145 (2)**

*Gráfica temperaturas globales*

Tomada de: <http://www.planetseed.com/es/node/15729>

**Página 148**

*Plano cartesiano*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

**Página 150**

*Graficando datos*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

**Página 151**

*Simulador*

Educaplus

Tomado de: <http://www.educaplus.org/play-117-Ley-de-Boyle.html>

**Página 152**

*Rosa de los vientos*

Wikipedia. La enciclopedia libre.

Wikimedia Commons

Disponible en: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CompassRose16\\_N.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CompassRose16_N.png)

**Página 153 (2)**

*Gráfica vectores*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

**Página 156 (1)**

*Triángulo rectángulo*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

**Página 156 (2)**

*Plano cartesiano vector*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

**Página 157 (1)**

*Plano cartesiano vectores*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

**Página 157 (2 y 3)**

*Corriente de aire*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

**Página 158**

*Gráfica Global Land-Ocean*

Tomada de [http://ete.cet.edu/gcc/?/globaltemp\\_teacherpage/](http://ete.cet.edu/gcc/?/globaltemp_teacherpage/)

**Página 160**

*Fábrica humeando*

© M. Córdova / © EDERE, S.A. DE C.V

**Página 161**

*Moléculas*

Tomada de: <http://carmenprofeciencias.wordpress.com/4o-eso/tema-3-elementos-y-compuestos/>

**Página 162 (1)**

*Partículas en movimiento*

Tomada de: <http://dec1.ifisica.uaslp.mx/~bonilla/>

**Página 162 (2)**

*Sopa caliente*

© A. Hernández / © EDERE, S.A. DE C.V

**Página 163**

*Persona en el desierto, Namibia*

Fotógrafo Verónica Valiente Pérez

Banco de imágenes y sonidos. Gobierno de España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Secretaría de Estado de Educación, Formación Profesional y Universidades.

**Página 164**

*Paciente con termómetro*

© A. Hernández / © EDERE, S.A. DE C.V

### **Página 165**

*Termómetro con dos escalas*

© M. Córdova / © EDERE, S.A. DE C.V

### **Página 166**

*Agua en ebullición*

Fotógrafo: Ángel Hernández Gómez  
Banco de imágenes y sonidos. Gobierno de España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Secretaría de Estado de Educación, Formación Profesional y Universidades.

### **Página 168**

*Ocaso*

© A. Hernández / © EDERE, S.A. DE C.V

### **Página 173 (1)**

Partículas en movimiento  
Tomada de: <http://dec1.ifisica.uaslp.mx/~bonilla/>

## **Apéndice 1**

### **Clave de respuestas**

#### **Página 187**

*Prensa*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

#### **Página 189**

*Gráfica parábola*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

### **Página 191**

*Átomos hidrógeno*

© A. Hernández / © EDERE, S.A. DE C.V

### **Página 192**

*Átomos*

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V

### **Página 193**

*Voltímetro*

Grupo Heurema. Educación secundaria.  
Enseñanza de la física y la química.  
Tomado de: <http://www.heurema.com/PF52.htm>

### **Página 198**

*Simulador*

Educaplus  
Tomado de: <http://www.educaplus.org/play-117-Ley-de-Boyle.html>

### **Página 199**

*Tabla resultado simulador*

Tomado de: <http://www.educaplus.org/play-117-Ley-de-Boyle.html>

### **Página 203**

© C. Vázquez / © EDERE, S.A. DE C.V





